UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 01533261 2

UNIV. OF
TORONTO
LIBRARY

BINDING LIST OCT 1 5 1921.

Bot. Gen.

Die natürlichen
PFLANZENFAMILIEN

nebst

ihren Gattungen und wichtigeren Arten

insbesondere den Nutzpflanzen,

unter Mitwirkung zahlreicher hervorragender Fachgelehrten

begründet von

A. Engler und **K. Prantl**

fortgesetzt

von

A. Engler

ord. Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in Berlin.

I. Teil

Abteilung 4.

Mit 1722 Einzelbildern in 481 Figuren, sowie einem Abteilungs-Register.

D 1475
31/11/03

Leipzig

Verlag von Wilhelm Engelmann

1902.

219

Alle Rechte, besonders das der Übersetzungen, vorbehalten.

QK
97
N3
1887
T. 1
Abt. 4

Inhalt.

III. Abteilung. Embryophyta asiphonogama

(früher Embryophyta zoidiogama).

2. Unterabteilung. Pteridophyta.

Seite

I. Allgemeiner Entwickelungsgang S. 1. — a) Prothallium S. 2. — b) Sexualorgane S. 2. — c) Der Embryo S. 3. — d) Die Vegetationsorgane S. 3. — Wachstumsvorgänge am Vegetationspunkt: α) Stamm und Blatt S. 5. — β) Wurzel S. 6. — Das Dauergewebe: 1. Systeme des Schutzes S. 6. — 2. Systeme der Ernährung S. 6. — e) Die Sporangien S. 7. — II. Allgemeine Übersicht (Einteilung) S. 9. 1—13

I. Filicales S. 13. — II. Sphenophyllales S. 515. — III. Equisetales S. 520. — IV. Lycopodiales S. 563. — V. (Anhang) Cycadofilices S. 780.

Klasse I. **Filicales** . . . . . 13—515

Reihe 1. **Filicales leptosporangiatae** . . . . . 13—421

Unterreihe A: **Eufilicineae** . . . . . 13—380

a) Das Prothallium und die Sexualorgane S. 13. — α) Die Sporen und die Entwickelung des Prothalliums S. 14. — Keimung der Sporen und das Prothallium S. 15. — β) Die Antheridien S. 24. — Die Spermatozoïden S. 26. — γ) Die Archegonien S. 26. — b) Die Anlage und Entwickelung des Embryo S. 29. — c) Die Apogamie S. 34. — Vegetationsorgane S. 39. — a) Der Stamm S. 40. — b) Das Blatt S. 48. — A. Adern (Nerven) nicht anastomosierend S. 56. — B. Adern (Nerven) anastomosierend S. 57. — c) Die Wurzel S. 60. — Gewebeformen: 1) Systeme des Schutzes S. 65. — 2) Die Systeme der Ernährung S. 67. — Adventivknospen S. 72. — Xerotropismus S. 77. — Sporangien S. 79. — Aposporie S. 88. — Einteilung S. 90.

Fam. **Hymenophyllaceae** . . . . . 91—113

Prothallium und Sexualorgane S. 93. — Vegetationsorgane S. 98. — Geographische Verbreitung S. 104. — Einteilung S. 104. — Fossile Hymenophyllaceae S. 112. — Anhang S. 112.

Fam. **Cyatheaceae** . . . . . 113—139

Prothallium S. 114. — Vegetationsorgane S. 114. — Anatomisches Verhalten S. 115. — Sporangien S. 116. — Geographische Verbreitung S. 117. — Nutzen S. 118. — Verwandtschaftliche Beziehungen S. 118. — Einteilung S. 118.

I. Dicksonieae S. 119. — II. Thyrsopterideae S. 122. — III. Cyatheeae S. 123. Fossile Cyatheaceae S. 138.

Fam. **Polypodiaceae** . . . . . 139—339

Vegetationsorgane S. 143. — Der Stamm S. 143. — Die Blätter S. 144. — Anatomische Verhältnisse S. 146. — Sori S. 146. — Indusium S. 148. — Sporangien S. 151. — Geographische Verbreitung S. 151. — Nutzen S. 156. — Verwandtschaftliche Beziehungen S. 156. — Einteilung S. 156.

I. 1. Woodsieae-Woodsiinae S. 159. — I. 2. Woodsieae-Onocleinae S. 164. — II. 1. Aspidieae-Aspidiinae S. 167. — II. 2. Aspidieae-Dipteridinae S. 202. — III. Oleandreae S. 203. — IV. Davallieae S. 204. — V. 1. Asplenieae-Aspleniinae S. 222. — V. 2. Asplenieae-Blechninae S. 245. — VI. 1. Pterideae-Gymnogramminae S. 256. — VI. 2. Pterideae-Cheilanthinae S. 265. — VI. 3. Pterideae-Adiantinae S. 282. — VI. 4. Pterideae-Pteridinae S. 287. — VII. 1. Vittarieae-Vittariinae S. 297. — VII. 2. Vittarieae-Antrophyinae S. 300. — VIII. 1. Polypodieae-Taenitidinae S. 302. — VIII. 2. Polypodieae-

Seite

Polypodiinae S. 305. — IX. 1. Acrosticheae-Acrostichinae S. 331. — IX. 2. Acrosticheae-Platyceriinae S. 336.

Fam. **Parkeriaceae** . . . . . 339—342

Prothallium S. 340. — Vegetationsorgane S. 340. — Anatomisches Verhalten S. 341. — Sporangien S. 341. — Sporen S. 341. — Geographische Verbreitung S. 341. — Nutzen S. 341. — Verwandtschaftliche Beziehungen S. 341.

Fam. **Matoniaceae** . . . . . 343—350

Prothallium S. 344. — Vegetationsorgane S. 344. — Anatomisches Verhalten S. 345. — Sori S. 347. — Sporangien S. 347. — Geographische Verbreitung S. 347. — Verwandtschaftliche Beziehungen S. 347. — Fossile Matoniaceae S. 347.

Fam. **Gleicheniaceae** . . . . . 350—356

Prothallium S. 350. — Vegetationsorgane S. 350. — Anatomisches Verhalten S. 350. — Sporangien S. 351. — Sporen S. 351. — Geographische Verbreitung S. 351. — Verwandtschaftliche Beziehungen S. 352. — Einteilung S. 352. — Fossile Gleicheniaceae S. 355.

Fam. **Schizaeaceae** . . . . . 356—372

Prothallium S. 356. — Vegetationsorgane S. 357. — Anatomisches Verhalten S. 357. — Sporangien S. 358. — Geographische Verbreitung S. 361. — Verwandtschaftliche Beziehungen S. 361. — Einteilung S. 361.

I. Schizaeeae S. 362. — II. Lygodieae S. 363. — III. Aneimieae S. 366. Fossile Schizaeaceae S. 371.

Fam. **Osmundaceae** . . . . . 372—380

Prothallium S. 373. — Vegetationsorgane S. 373. — Anatomisches Verhalten S. 374. — Sporophylle S. 375. — Sporangien S. 376. — Geographische Verbreitung S. 376. — Nutzen S. 376. — Verwandtschaftliche Beziehungen S. 377. — Einteilung S. 377. — Fossile Osmundaceae S. 370.

Unterreihe B: **Hydropteridineae** . . . . . 381—421

Allgemeines S. 382. — Einteilung S. 383.

Fam. **Salviniaceae** . . . . . 383—402

Vegetationsorgane S. 383. — Sori, Sporangien, Sporen und Prothallien S. 391. — Geographische Verbreitung S. 400. — Einteilung S. 400. — Fossile Salviniaceae S. 402.

Fam. **Marsiliaceae** . . . . . 403—421

Vegetationsorgane S. 403. — Die Frucht (Sporocarp) S. 406. — Die Sporen und ihre Keimung S. 412. — Embryo S. 415. — Parthenogenesis S. 415. — Geographische Verbreitung S. 415. — Nutzen S. 416. — Einteilung S. 417. — Fossile Marsiliaceae S. 421.

Reihe 2. **Marattiales** . . . . . 422—449

Fam. **Marattiaceae** . . . . . 422—449

A. Prothallium und Sexualorgane S. 424. — B. Die Entwickelung des Embryos S. 426. — C. Morphologie des erwachsenen Sporophyten S. 427. — Wurzeln S. 427. — Scheitelwachstum S. 427. — Stamm S. 428. — Blätter S. 428. — Gelenkpolster S. 428. — Stipulae S. 429. — Anatomisches Verhalten S. 429. — Sporangien S. 432. — Adventivknospen S. 435. — Symbiose S. 435. — Geographische Verbreitung S. 435. — Nutzen S. 435. — Verwandtschaftliche Beziehungen S. 436. — Einteilung S. 436.

I. Angiopterideae S. 436. — Fossile Gattungen der Angiopterideae S. 439. — II. Marattieae S. 441. — III. Kaulfussieae S. 442. — Fossile Gattung der Kaulfussieae S. 442. — IV. Danaeeae.

Fossile Marattiales S. 444.

Reihe 3. **Ophioglossales** . . . . . 449—472

Fam. **Ophioglossaceae** . . . . . 449—472

A. Prothallium und Sexualorgane S. 451. — B. Die Entwickelung des Embryo S. 453. — C. Morphologie des erwachsenen Sporophyten S. 453. — Wurzeln S. 453. — Rhizom S. 455. — Blätter S. 456. — Anatomisches Verhalten S. 460. — Adventivknospen S. 461. — Sporangien S. 461. — Symbiose S. 464. — Geographische Verbreitung S. 465. — Nutzen S. 465. — Verwandtschaftliche Beziehungen S. 465. — Einteilung S. 465. — Fossile Ophioglossaceae S. 472.

Seite

Über die fossilen Filicales im Allgemeinen und die Reste derselben zweifelhafter Verwandtschaft . . . . . 473—515
1. Sporophyll- und Trophosporophyllreste . . . . . 477—480
Sporangien mit deutlichem Ring oder eine deutlich markierte, den Ring vertretende Zellgruppe . . . . . 478—479
Sporangien ohne Ring oder dickwandige Zellen 479
Sporangien nicht oder ungenau bekannt 479
2. Trophophyllreste . . . . . 480—512
Die Wedelspreitenreste. Allgemeines . . . . . 480—488
Die »Gattungen« der spreitigen Trophophylreste . . . . . 488—512
I. Archaeopterides . . . . . 488—490
II. Sphenopterides . . . . . 490—494
III. Pecopterides . . . . . 494—499
A. Eupecopterides . . . . . 494—496
B. Alethopterides . . . . . 496—498
C. Odontopterides . . . . . 498—499
D. Lonchopterides 499
IV. Neuropterides . . . . . 499—503
A. Aderung nicht maschig. . . . . 499—502
B. Mit Maschenaderung. . . . . 502—503
V. Aphlebien . . . . . 503—512
Stamm-, Stengelreste und Spindelorgane . . . . . 503—512
A. Stammreste (Cormopteris Solms). . . . . 504—511
Allgemeines 504
a) Die Stammreste nach ihrer äußeren Tracht. . . . . 504—508
I. Rhizomopterides . . . . . 504—505
II. Caulopterides . . . . . 505—507
III. Megaphyta . . . . . 507—508
b) Die Stammreste nach ihrem anatomischen Bau . . . . 508—511
I. Psaronius. . . . . 508—509
II. Sehr Cyatheaceenstamm-ähnliche Reste. 509
III. Stauden und staudenähnliche Formen . . . . . 509—511
B. Wedelspindelreste . . . . . 511—512
IV. Stämme mit secundärem Dickenwachstum. 512
3. Obsolete und vorläufig noch unklarere »Gattungen«, sowie Nachträge . . . . . 512—515
Klasse II. **Sphenophyllales**. . . . . 515—519
Fam. **Sphenophyllaceae** . . . . . 515—519
Vegetationsorgane S. 515. — Anatomisches Verhalten S. 517. — Blütenverhältnisse S. 517. — Verbreitung S. 518. — Verwandtschaftliche Beziehungen S. 518. — Einteilung S. 519.
Klasse III. **Equisetales** . . . . . 520—562
Reihe 1. **Euequisetales** . . . . . 520—551
Fam. **Equisetaceae** (Der Jetztwelt) . . . . . 520—551
Vegetationsorgane S. 521. — Sporophylle und Sporen S. 533. — Die Keimung der Sporen und das Prothallium S. 536. — Der Embryo S. 541. — Geographische Verbreitung S. 543. — Nutzen S. 543. — Fossile Equisetaceae S. 548.
Reihe 2. **Calamariales** . . . . . 551—562
Fam. **Calamariaceae** . . . . . 551—558
Vegetationsorgane S. 552. — Anatomisches Verhalten S. 553. — Blütenverhältnisse S. 556. — Verbreitung S. 557. — Verwandtschaftliche Beziehungen S. 558. — Einteilung S. 558.
Fam. **Protocalamariaceae** . . . . . 558—562
Vegetationsorgane S. 558. — Anatomisches Verhalten S. 559. — Blütenverhältnisse S. 560. — Vorkommen S. 561. — Verwandtschaftliche Beziehungen S. 561.
Klasse IV. **Lycopodiales** . . . . . 563—780
Reihe 1. **Lycopodiales eligulatae** . . . . . 563—621
Unterreihe a: **Lycopodiineae** . . . . . 563—606

Seite

Fam. **Lycopodiaceae** . . . . . 563—606
Die geschlechtliche Generation (das Prothallium) S. 566. — Keimung der Sporen S. 566. — Bau und Lebensweise der Prothallien S. 567. — Entwickelung und Bau der Sexualorgane S. 572. — Die ungeschlechtliche Generation (der Sporophyt) S. 572. — Entwickelung des Embryos S. 572. — Stamm S. 576. — Wurzel S. 581. — Blätter S. 582. — Sporangien S. 585. — Verwandtschaftliche Beziehungen, Phylogenie und Alter der L. S. 588. — Nutzen S. 589. — Lebensweise und geographische Verbreitung S. 589. — Einteilung S. 591. — Fossile Lycopodiaceae S. 715.

Unterreihe b: **Psilotineae** . . . . . 606—621

Fam. **Psilotaceae** . . . . . 606—621
Die geschlechtliche Generation S. 607. — Die ungeschlechtliche Generation (der Sporophyt) S. 608.
Sporangien S. 614. — Lebensweise S. 617. — Geographische Verbreitung S. 617. — Verwandtschaftliche Beziehungen S. 617. — Einteilung S. 618. — Fossile Psilotaceae S. 620.

Reihe 2. **Lycopodiales ligulatae** . . . . . 621—780

Unterreihe a: **Selaginellineae** . . . . . 621—716

Fam. **Selaginellaceae** . . . . . 621—716
Die geschlechtliche Generation S. 626. — Die Beschaffenheit und Keimung der Mikro- und Makrosporen S. 626. — Die ungeschlechtliche Generation (der Sporophyt) S. 629. — Die Entwickelung des Embryo S. 629. — Stamm S. 632. — Wurzelträger S. 642. — Wurzel S. 644. — Blätter S. 645. — Sporophylle und Blüten S. 653. — Sporangien S. 655. — Sporen S. 660. — Die Sprossverbände und die vegetative Vermehrung S. 664. — Verwandtschaftliche Beziehungen, Phylogenie und Alter der S. S. 667. — Nutzen S. 667. — Lebensweise und geographische Verbreitung der S. S. 667. — Register der im systematischen Teil aufgeführten Arten S. 713. — Fossile Lycopodiaceae und Selaginellaceae S. 715.

Unterreihe b: **Lepidophytineae** . . . . . 716—736

Fam. **Lepidodendraceae** . . . . . 717—739
Vegetationsorgane und anatomisches Verhalten S. 717. — a) Unterirdische Organe S. 717. — b) Die oberirdischen Organe S. 721. — Blütenverhältnisse S. 735. — Verbreitung S. 738. — Verwandtschaftliche Beziehungen S. 738. — Einteilung S. 739.

Fam. **Bothrodendraceae** . . . . . 739—740

Fam. **Sigillariaceae** . . . . . 740—753
Vegetationsorgane und anatomisches Verhalten S. 741. — a) Die unterirdischen Organe S. 741. — b) Die oberirdischen Organe S. 744. — Blütenverhältnisse S. 751. — Verbreitung S. 752. — Verwandtschaftliche Beziehungen S. 752.

Fam. **Pleuromoiaceae** . . . . . 754—756
Vegetationsorgane S. 755. — Blütenverhältnisse S. 756. — Verbreitung S. 756. — Verwandtschaftliche Beziehungen S. 756. — Einteilung S. 756.

Unterreihe c) **Isoëtineae** . . . . . 756—779

Fam. **Isoëtaceae** . . . . . 756—779
Vegetationsorgane und deren anatomisches Verhalten S. 759. — A. Stamm S. 759. — B. Blätter S. 762. — Die Sporangien S. 767. — Keimung der Sporen und das Prothallium S. 772. — Embryoentwickelung S. 774. — Apogamie S. 774. — Geographische Verbreitung S. 775. — Fossile Isoëtaceae S. 779.

Zweifelhafte und obsolete Lepidophytengattungen . . . . . 779—780

V. Anhang: **Cycadofilices** . . . . . 780—795
Cladoxyleae S. 782. — Lyginopterideae S. 783. — Medulloseae S. 788. — Cycadoxyleae S. 793. — Protopityeae S. 794. — Araucarioxyla S. 795.

Reste besonders zweifelhafter systematischer Stellung 795

Nachträge, Zusätze und Verbesserungen zu Teil I. Abteilung 4 799

Register 801

PTERIDOPHYTA.

Einleitung.

Allgemeiner Entwickelungsgang, Übersicht und Einteilung

von

R. Sadebeck.

(Mit Ergänzungen von H. Potonié bezüglich der fossilen Pteridophyten.)

Mit zahlreichen Textfiguren.

(Satzbeginn im März 1898.)

I. Allgemeiner Entwickelungsgang.

Wichtigste Litteratur. — W. Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen, Leipzig 1851. — Derselbe, Beiträge zur Kenntnis der Gefäßkryptogamen (Abh. der K. Sächs. Ges. d. Wiss. Leipzig 1852). — Milde, J., Die Gefäßkryptogamen in Schlesien. (N. Acta Acad. Leopold. Carol. XXVI. P. II. Breslau 1858). — Derselbe, Die höheren Sporenpflanzen Deutschlands und der Schweiz, Leipzig 1865. — Derselbe, Filices Europae et Atlantidis, Leipzig 1867. — H. Schacht, Die Spermatozoïden im Pflanzenreiche, Braunschweig 1864. — v. Janczewsky, Über die Archegonien (Bot. Ztg. 1872). — Sachs, Lehrbuch der Botanik. — Goebel, Grundzüge der Systematik. (Revis. d. 4. Aufl. von Sachs, Lehrbuch der Botanik) Leipzig 1882. — Russow, Ed., Vergl. Unters. üb. d. Leitbündelkryptogamen. Petersburg 1872. — De Bary, Vergl. Anatomie. Leipzig 1877. — Sadebeck, Die Gefäßkryptogamen. (In Schenk's Handbuch der Botanik, Breslau 1879 und 1880). — Potonié, H., Über die Zusammensetzung der Leitbündel bei den Gefäßkryptogamen (Jahrb. d. Kgl. Bot. Gartens u. Bot. Mus. z. Berlin, 1883). — Derselbe, Aus der Anatomie lebender Pteridophyten. (S. A. a. d. Abh. zur geolog. Specialkarte v. Preußen u. den Thüringischen Staaten, VII. Bd. Berlin 1887). — Palacky, Über die Verbreitung der Farne auf der Welt. (Kgl. Böhm. Ges. d. Wissensch. zu Prag, 1885). — Luerssen, Handbuch d. systemat. Bot. Leipzig 1878. — Ders., Die Farnpflanzen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz (In Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, 1890). — Campbell, On the relations of the Archegoniata (Botanical Gazette, Dec. 1891). — Velenovský, J., Über die Morphologie der Achsen der Gefäßkryptogamen. Prag 1892. — Strasburger, E., Über den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena 1891. — Dangeard, Essai sur l'anatomie des Cryptogames vasculaires (Le Botaniste, I. sér. 1889). — Campbell, On the affinities of the Filicinae (Bot. G. XV). — Schulze, E., Florae Germaniae Pteridophyta. Kiel 1894. — Campbell, D. H., The structure and development of the Mosses and Ferns (Archegoniatae). London and New-York 1895. — Ascherson, P., Synopsis der mitteleuropäischen Flora. I. Bd. Leipzig 1896—1897.

Der Entwickelungsgang der Pteridophyten ist nicht auf die im allgemeinen mit einem Farn, Schachtelhalm, Bärlapp etc. bezeichnete Pflanze beschränkt, sondern gliedert sich in zwei aufeinanderfolgende, aber scharf von einander getrennte und individualisierte, selbständige Generationen. Die eine derselben ist die geschlechtliche Generation, das die Sexualorgane erzeugende Prothallium, der Gamophyt, die andere ist die ungeschlechtliche Generation, die die Sporen erzeugende beblätterte Pflanze, der Sporophyt.

a) **Prothallium.** Aus der Spore entsteht das Prothallium, dasselbe bleibt stets thalloidisch und erhebt sich niemals zu einer Gliederung in Stamm und Blatt; es bildet sich entweder zu einem mit Wurzelorganen (Haarwurzeln) versehenen, sich selbst ernährenden Gewebekörper aus oder ist nur auf relativ wenige Zellen (männliche Prothallien der heterosporen Pteridophyten) beschränkt. Die Prothallien der Farne und Equiseten sind dem Thallus niederer Lebermoose äußerlich nicht unähnlich; diejenigen der Farne erinnern z. T. an *Pellia*, diejenigen der Equiseten an einige *Riccia*-Arten. Die Prothallien der Ophioglossaceen kennt man dagegen nur in der Form unterirdischer, chlorophylloser Knöllchen, diejenigen der Gattung *Lycopodium* sind wulstig lappige Gewebekörper, welche entweder den Knöllchen der Ophioglossaceen nicht unähnlich sind oder grüne, über den Boden hervorragende Lappen besitzen.

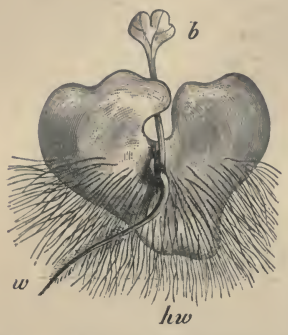


Fig. 1. Prothallium eines Farnkrautes (*Adiantum cuneatum* Sw.), von der Unterseite gesehen, nebst der jungen Pflanze. *hw* Haarwurzeln; *b* erstes Keimblatt; *w* erste Wurzel. An der Ursprungstelle des ersten B. und der ersten W. die Stammknospe nebst dem zweiten B. — Etwa 20 mal vergr. (Original.)

b) **Sexualorgane.** Von dem Prothallium nehmen die Sexualorgane, die Antheridien und die Archegonien ihre Entstehung. Die Antheridien, die männlichen Sexualorgane, haben die Aufgabe, das befruchtende Element, die Spermatozoïden, zu entwickeln; sie ragen entweder als Gewebekörper aus dem Prothallium hervor oder sind in das Gewebe des letzteren eingesenkt. Im wesentlichen sind bei jedem Antheridium zu unterscheiden die Wand-, resp. Deckelzellen und die von ihnen bedeckte Centralzelle,

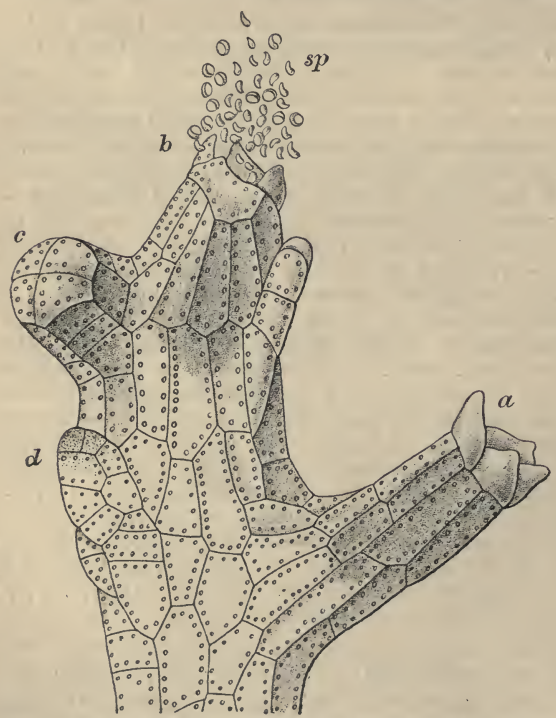


Fig. 2. Teil eines männlichen Prothalliums von *Equisetum palustre* L. — *a*, *b*, *c* Antheridien in aufeinanderfolgenden Entwickelungsstadien; bei *c* noch nicht geöffnet; bei *a* u. *b* geöffnet; *sp* die aus dem Antheridium *b* austretenden Spermatozoïden; *d* ein vegetativer Spross des Prothalliums. 140 mal vergr. — (Original.)

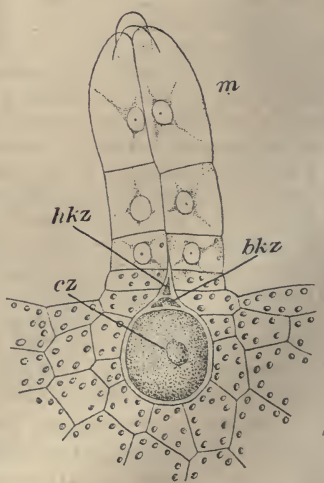


Fig. 3. Archegonium von *Equisetum arvense* L., 300 mal vergr. — Das Archegonium ist noch nicht geöffnet; *cz* die Centralzelle; *bkz* die Bauchkanalzelle; *hkz* die sehr wenig ausgebildete Halskanalzelle; *m* Hals. — (Original.)

aus welcher im Laufe der Entwickelung die Spermatozoïden hervorgehen. Die Entleerung der Antheridien erfolgt in den meisten Fällen entweder durch einen oder mehrere Risse in der Deckelzelle (man vergl. Fig. 14) oder, falls mehrere Deckelzellen vorhanden sind, durch das Auseinanderweichen derselben (Fig. 2). Die Archegonien, die weiblichen Organe, haben zwar nicht die ausgeprägt flaschenförmige Gestalt, welche bei denen der Muscineen vorherrscht, jedoch lässt sich auch bei ihnen ein Halsteil und ein Bauchteil unterscheiden. Die Wand des letzteren wird aber — im Unterschiede von den Moosen — von dem Gewebe des Prothalliums selbst gebildet, so dass nur der Halsteil aus demselben hervorragt. In dem von dem Prothallium also vollständig eingeschlossenen Archegoniumbauche findet die Entwickelung der Centralzelle (Fig. 15, III) statt, aus welcher infolge eines einfachen Teilungsvorganges die Bauchkanalzelle und die Eizelle hervorgehen (Fig. 3 und 15). An der Trennungsstelle tritt dann in der Eizelle der sogenannte Empfängnisfleck mehr oder weniger deutlich hervor. Das Innere des Archegoniumhalses wird von der Halskanalzelle (Fig. 15) ausgefüllt, welche mitunter sehr klein ist, z. B. bei *Equisetum* (Fig. 3). Nach der Bildung der Eizelle öffnet sich das Archegonium unter gleichzeitigem Aufquellen und Austreten der Canalzellen, und der Zutritt der Spermatozoïden zu der Eizelle wird frei. Die Befruchtung erfolgt nun dadurch, dass ein Spermatozoïd durch den Empfängnisfleck in die Eizelle eindringt, worauf sich dieselbe mit einer Cellulosemembran umgiebt und zum Embryo wird.

c) **Der Embryo.** Die ungeschlechtliche, die Sporen erzeugende Generation entwickelt sich direct aus dem Embryo, der anfangs bis zur Teilung in 8 mehr oder weniger gleich große Octanten »thalloidischer« Natur ist und erst im Laufe der weiteren Entwickelung sich in die Vegetationsorgane, Stamm, Blatt und Wurzel (nur *Salvinia* ist wurzellos) gliedert. Bis zur Anlage der Vegetationsorgane wird der Embryo in der Regel noch von dem Archegoniumbauche umschlossen, mit der weiteren Entwickelung desselben wird indessen die bisherige Hülle durchbrochen, und das wachsende, junge Keimpflänzchen wird allmählich frei (Fig. 1).

Stamm und Blattorgane werden an dem jungen Embryo auf einer und derselben Hemisphäre angelegt, die Wurzel auf der polar entgegengesetzten (nur *Selaginella* und *Isoëtes* bilden nach den bisherigen Untersuchungen einige Ausnahmen). So lange die Wurzel noch nicht so weit herangewachsen ist, um die Nahrung aus dem Substrat zu beschaffen, erfolgt die Nahrungszufuhr durch ein anderes Saugorgan, den sogenannten Fuß, welcher gleichzeitig mit den Vegetationsorganen und in derselben Hemisphäre wie die Wurzel an dem jungen Embryo zur Anlage gelangt und die für denselben nötige Nahrung aus dem Prothallium beschafft. Sind aber die ersten, stets endogen entstehenden Wurzeln so weit erstarkt, dass sie selbständig die ihnen zukommende Arbeitsleistung der Nahrungszufuhr zu verrichten vermögen, so beginnt der Fuß und später auch das Prothallium allmählich abzusterben.

d) **Die Vegetationsorgane.** Die Entwickelung der Vegetationsorgane und somit auch die Erstarkung der ganzen jungen Pflanze beginnt erst mit der Differenzierung und weiteren Ausbildung der älteren Teile des embryonalen Gewebes, derzufolge dieselben allmählich in die verschiedenen Formen des fertigen Gewebes übergehen, welches nunmehr keine oder nur noch geringe Veränderungen erfährt und daher als Dauergewebe bezeichnet wird. Nur in den Endteilen der fortwachsenden Organe, also in den jüngeren, resp. jüngsten Teilen derselben erhält sich der embryonale Charakter; in einigen Fällen, wie z. B. bei *Isoëtes*, wird durch einen Meristemring ein Dickenwachstum der Rinde des Stammes hervorgerufen. Die Endteile sind daher im wesentlichen die Ausgangspunkte des weiteren Wachstumes, der Gestaltung und endlich auch der Aussprossungen, d. h. überhaupt der normalen Bildungen. Sie werden demnach als Vegetationspunkte (bei gestreckter Gestalt als Vegetationskegel) bezeichnet und fehlen niemals den im Wachstume begriffenen Vegetationsorganen. In den Vegetationspunkten erfüllt das Protoplasma gleichmäßig die gesamte Gewebemasse, wie zur Zeit der embryonalen Entwickelung; die einzelnen Zellen sind hier lückenlos untereinander verbunden und sämtlich teilungsfähig. Man hat daher einem derartigen gleichförmigen »Teilungs-

gewebe« die Bezeichnung »Meristem«, bezw. »Urmeristem« gegeben, um dadurch den Urzustand, den embryonalen Zustand des Gewebes zu bezeichnen, während ein Gewebe, wie z. B. der Meristemring von *Isoëtes*, als Folgemeristem bezeichnet wird.

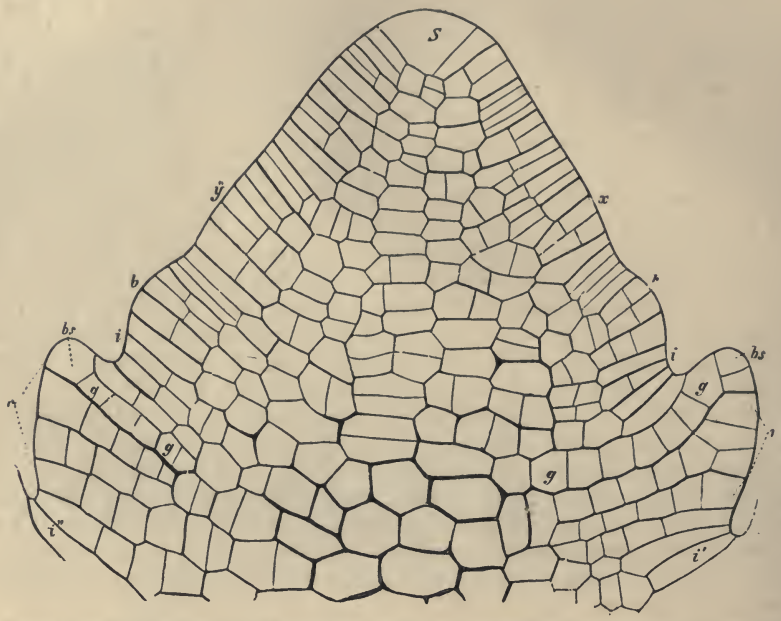


Fig. 4. Wachstum mit Scheitelzelle; Längsschnitt durch den Vegetationskegel. Stammscheitel einer unterirdischen Knospe von *Equisetum maximum* L. 350mal vergr. *S* die Scheitelzelle. (Nach Sachs.)

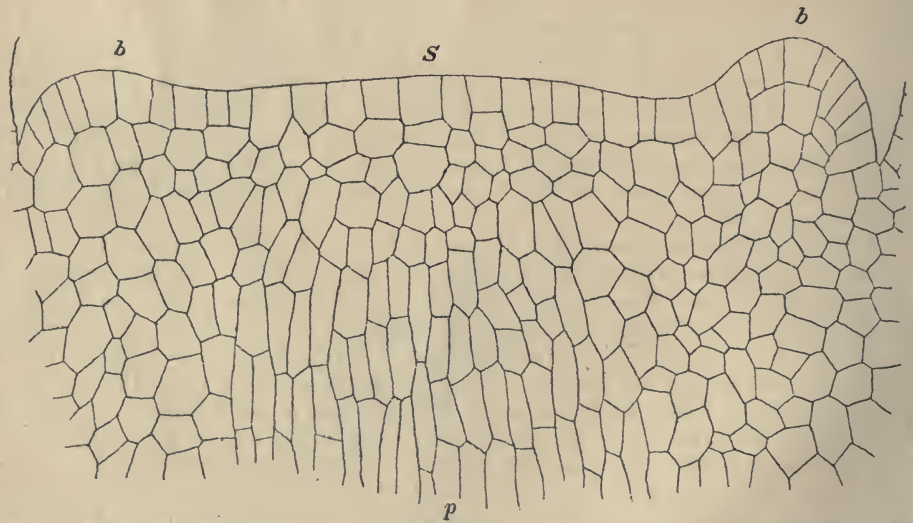


Fig. 5. Wachstum mit geschichtetem Bau, ohne Scheitelzelle; Längsschnitt durch den Stammscheitel von *Lycopodium Selago* L. — *S.* der Scheitel; *bb* Blattanlagen; *p* das Plerom. 272mal vergr. (Original.)

Aus den rückwärts gelegenen Partien eines Vegetationspunktes nehmen die sich differenzierenden Gewebe ihren Ursprung. In den einfacheren Fällen werden dabei die central gelegenen Zellen vorwiegend in der Richtung der Wachstumsachse zerklüftet, so

dass ein aus mehr oder weniger länglichen Zellen bestehender Strang (Plerom) gebildet wird (Fig. 5 und 7), der sich von dem ihn umgebenden parenchymatischen Gewebe deutlich abhebt. Während aber mit dem weiteren Wachstum des Organes dieser centrale Zellenstrang scheitelwärts sich fortdauernd erneuert, hören die Zellteilungen in den weiter vom Scheitel entfernten Partien desselben allmählich auf; dieselben verlieren also die Eigenschaften des Meristems und bilden sich nun zu den Gewebesystemen des Dauergewebes aus.

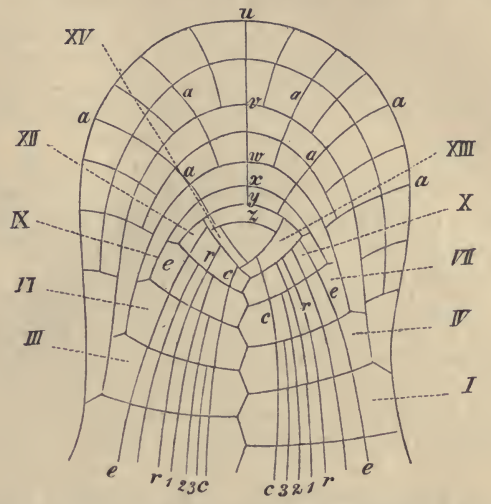


Fig. 6. Allgemeines Schema für die Entwickelung einer Wurzel mit Scheitelzelle. — *I—XV* die aufeinanderfolgenden Segmente; *u—z* die Periklinen, welche die der Reihe nach aufeinanderfolgenden Wurzelkappen abtrennen, bei *s* die Anlage der jüngsten, zwischen *u* und *v* die Anlage der ältesten Wurzelkappe. *aa* die antiklinen Teilungsrichtungen der Wurzelhaube, welche ihre Convexitäten der gemeinsamen Wachstumsachse zukehren. *cc* die den Pleromcylinder nach innen abtrennenden, *ee* die die Epidermis nach außen abtrennenden Periklinen, und *rr* die Periklinen, welche den Rindenkörper in die äußere und die innere Rinde zerlegen; 1, 2, 3 die aufeinanderfolgenden Periklinen, durch welche die innere Rinde mehrschichtig wird. (Original.)

Wachstumsvorgänge am Vegetationspunkt. α) Stamm und Blatt. — Bei den Siphonogamen sind die Enden der vegetativen Sprosse (Stamm und Blatt) bis oben zum Scheitel durch antikline und perikline Zellwände zerklüftet und ebenso auch bei mehreren Pteridophyten, wie z. B. bei *Lycopodium*, *Isoëtes* u. s. w. Bei anderen Abteilungen der Pteridophyten jedoch, bei den meisten Selaginellen, den Equiseten und der Mehrzahl der *Filicales* reicht eine derartige Zerklüftung nicht bis zum Scheitel hinauf; dem Wachstume desselben folgen hier zunächst nur antikline Zellwände, nicht aber zugleich auch perikline. Es entsteht also am Scheitel gewissermaßen eine Lücke in dem cellulären Constructionssystem; dieselbe wird durch eine nach unten zugespitzte Zelle dargestellt, welche als »Scheitelzelle« bezeichnet wird und ganz bestimmte gesetzmäßige Wachstumsvorgänge erkennen lässt. In derselben findet nämlich mit dem Wachstume des Organes ein stetiger Turnus von 2 oder 3 gleichartig aufeinander folgenden Antiklinen statt, derart, dass die Größe und Form der Scheitelzelle keine Veränderung erleidet. Es ergiebt sich demnach, dass bei den Pteridophyten die Wachstumsvorgänge am Vegetationspunkte des Stammes und der Blätter in folgenden zwei Modifikationen zum Ausdrucke gelangen: I. Dem Wachstum des Scheitels folgen zunächst nur antikline Wände; Wachstum mit Scheitelzelle (z. B. Stammscheitel von *Equisetum*, Fig. 4). II. Es sind gleich von vornherein antikline und perikline Teilungswände am Scheitel vorhanden, und es werden solche mit dem fortschreitenden

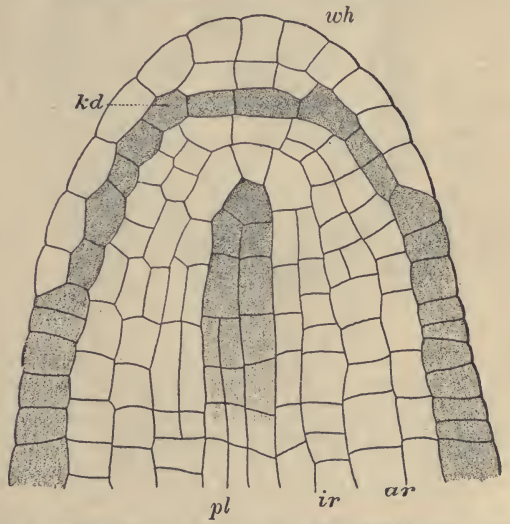


Fig. 7. Wachstum einer Wurzel mit geschichtetem Bau, junge Wurzel von *Isoëtes lacustris* L., im Längsschnitt; 500 mal vergr. — *pl* das Plerom, *ir* die innere, *ar* die äußere Rinde, *kd* das Kalyptrogen der Wurzel, *wh* die Wurzelhaube. — (Nach Bruchmann.)

Wachstume immer wieder eingeschaltet: Wachstum mit geschichtetem Baue, ohne Scheitelzelle (z. B. Stammscheitel von *Lycopodium*, Fig. 5). Diese beiden Modifikationen der Zellenanordnungen an den fortwachsenden Organenden der Pteridophyten sind nun zugleich auch die beiden einzigen, welche man überhaupt im Pflanzenreiche beobachtet. Wenn man aber erwägt, dass bei den Muscineen nur die erste Modifikation (Wachstum mit Scheitelzelle) zur Ausbildung gelangt, bei den Phanerogamen dagegen nur die zweite Modifikation (Wachstum mit geschichtetem Baue), so leuchtet ein, dass die Pteridophyten auch in diesen Wachstumsvorgängen den Übergang von den niederen zu den höher organisierten Pflanzenformen vermitteln.

β) Wurzel. — Das vegetative Ende einer jeden Wurzel wird von der Wurzelhaube oder Wurzelkappe umgeben, einer aus zahlreichen Zellschichten bestehenden Hülle, deren Gewebe nach außen hin allmählich immer lockerer und lockerer wird. Ihrer Entstehung nach ist die Wurzelhaube auf die durch das Wachstum bedingten ersten Teilungsvorgänge der Wurzel zurückzuführen, wobei indessen zu bemerken ist, dass bei der Bildung der Wurzelhaube die Antiklinen nicht wie gewöhnlich ihre Concavitäten, sondern ihre Convexitäten der Achse zukehren. Es nehmen daher bei der Kappenbildung, resp. Kappenschichtung alle Schichten nach der gemeinsamen Wachstumsachse hin an Dicke zu, während sie sonst gegen die gemeinsame Symmetrieebene an Dicke abnehmen. Bei dem Wachstume mit geschichtetem Baue (Fig. 7) treten diese Eigenartigkeiten der Kappenbildung, resp. der Wurzelhaube nicht in dem Maße hervor, lassen sich aber ebenfalls erkennen. Das Nähere hierüber bei der speciellen Darstellung.

Das Dauergewebe. — Im einzelnen gliedert sich das Gewebe der Vegetationsorgane mit Bezug auf die physiologischen Funktionen wie folgt:

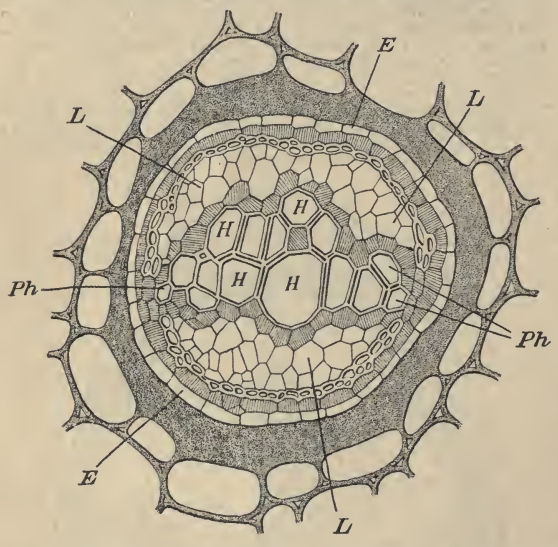


Fig. 8. Querschnitt durch ein kleines Rhizombündel von *Polypodium glaucophyllum* Kze.; 320 mal vergr. — *Ph* das Protohydrom, *H* das Hydrom, *L* das Leptom, das Amylom ist zum Unterschiede von dem Leptom schraffiert dargestellt, *E* die Endodermis. Das ganze Bündel wird von einer mechanischen Scheide umgeben, die durch Verdickung der dem Bündel zugekehrten Membranen des an die Endodermis stoßenden Grundparenchyms entsteht. — (Nach Potonié.)

1. Systeme des Schutzes: a) Hautsystem, b) Skelettsystem (Stereom).

2. Systeme der Ernährung: c) Absorptionssystem, d) Assimilationssystem, e) Leitungssystem (Mestom), f) Speichersystem, g) Durchlüftungssystem.

Nur selten gelangen gleichzeitig sämtliche Systeme zur vollen Ausbildung; zu weiterer Differenzierung aber schreitet stets das Leitungssystem, welchem die Beförderung der Nahrungsstoffe an die Orte der Speicherung und des Verbrauches obliegt. Seine wesentlichsten Elemente sind zu »Leitbündeln« (Fig. 8) vereinigt, welche den Pflanzenkörper gewöhnlich in der Form von Strängen durchziehen. Dieselben bestehen aber aus mehreren anatomisch unterschiedenen Geweben, nämlich dem Stereom, der Endodermis, dem Amylom, dem Leptom und dem Tracheom. Das Stereom, das den Leitbündeln fehlen kann, ist im wesentlichen ein mechanisches Gewebe und hat daher eine große Bedeutung für die Festigkeit des Pflanzenkörpers, das die Tracheïden führende Tracheom ist das specifisch Wasser leitende System (daher auch Hydrom genannt), während die Aufgabe des Amyloms wesentlich darin besteht, die Kohlehydrate, also Zucker, Stärke u. s. w. zu leiten resp. aufzuspeichern, und das Leptom den eiweiß-

leitenden Teil des Bündels umfasst. Zum Vergleiche mit der früheren Terminologie diene das folgende Schema.

Tracheom od. Hydrom, Amylom	Xylem	Mestom	Leitbündel.
Leptom (Siebteil), Endodermis	Phloëm		
Stereom (resp. Stereïden)	Sklerenchymscheiden		

Ausgehend von den Gewebeformen höherer Blütenpflanzen nennt Van Tieghem die Bündel der Farne (man vergl. unten) marklose Stelen (Stèles, Säulen), welche meistens netzförmig anastomosieren. Die erwachsenen Stämme der meisten Farne sind daher polystelisch, resp. gamostelisch, wenn die Bündel zu einer mehr oder weniger geschlossenen Röhre vereinigt sind. Die Keimpflanzen und jungen Pflänzchen derselben sind dagegen monostelisch, weil sie nur von einer centralen Stele durchzogen werden; nur einige wenige Farne bleiben dauernd monostelisch, nämlich *Hymenophyllum*-, *Gleichenia*-, *Lygodium*-, *Schizaea*-Arten, die blattlosen Stolonen von *Nephrolepis*, die schwimmenden Stämmchen der Salviniaceen, Rhizome von *Pilularia minuta* und diejenigen schwacher *P. globulifera*. Auch die durch die collateralen Bündel (man vergl. unten) unter den leptosporangiaten Farnen ausgezeichnete *Osmunda*, sowie *Botrychium*, *Helminthostachys*, ferner *Isoëtes* und *Equisetum* sind (nach Strasburger) monostelisch.

e) **Die Sporangien.** Dem Sporophyten, d. h. der beblätterten Pflanze liegt es ob, die für die Erhaltung der Art, insbesondere die für die Aussaat geeigneten Organe, die Sporen zu beschaffen. Die Anlage und Ausbildung derselben erfolgt in den Sporangien; dieselben besitzen in vielen Fällen einen sehr einfachen Bau und sind dann im fertigen Zustande kugelige Kapseln (z. B. *Botrychium*, *Pteris*, *Polypodium*), welche bei der Reife aufspringen und ihren Inhalt, die Sporen, in das Freie entlassen. Die Differenzierung des Sporangiums in Inhalt (Sporen) und die denselben umgebende Hülle (Wand) wird aber bereits in den ersten Entwickelungsstadien thatsächlich vollzogen. Wie bei den Siphonogamen unterscheidet sich das sporogene Gewebe sehr früh durch seine substanzielle Beschaffenheit von den dasselbe umgebenden Zellen und lässt sich daher leicht auf eine hypodermale Zelle, Zellreihe oder Zellschicht genetisch zurückführen. Diese Urmutterzelle, resp. Urmutterzellen bezeichnet man als Archesporium (Fig. 9, I, *asp*), welches also entweder von einer hypodermalen Zelle oder von einer hypodermalen Zellreihe oder Zellschicht gebildet wird. Aus dem Archesporium entstehen durch successive Zweiteilungen die Sporenmutterzellen, welche alsdann in je 4 Sporenzellen zerfallen (Fig. 9). Rings um das sporogene Gewebe herum werden aber tafelförmige Zellen erzeugt, welche inhaltlich von den sie umgebenden Zellen ausgezeichnet sind und entweder von dem Archesporium selbst (bei den *Eufilicineae*) oder von dem dasselbe umgebenden Gewebe (*Lycopodium*, Fig. 9) ihren Ursprung nehmen. Sie werden aber in der Regel bereits während oder kurz nach der Bildung der Sporenmutterzellen desorganisiert, wobei zunächst ihre Zellwände verschwinden, so dass die protoplasmatischen Inhaltsmassen zusammenfließen, welche später für die definitive Ausbildung der Sporenhülle (Perisporium) noch zur Verwendung gelangen. Diese Zellen werden als »Tapetenzellen« bezeichnet mit Bezug auf die physiologische und morphologische Gleichwertigkeit derselben mit den Tapetenzellen in den Mikrosporangien (Pollensäcken) der höheren Pflanzen. Auch die Entwickelung der Sporen aus den Sporenmutterzellen stimmt mit der der Mikrosporen (Pollen) der höheren Pflanzen überein. Der Kern der Sporenmutterzellen teilt sich zunächst in der bekannten Weise in zwei Tochterkerne und jeder derselben wieder in 2 Kerne, so dass schließlich 4 Enkelzellkerne entstehen, welche sich mit Cellulose umgeben und zu Sporenzellen werden. Nach der hierauf erfolgenden Lostrennung von den Schwesterzellen findet die Ausbildung der Sporenhülle und damit zugleich auch diejenige der Sporen statt.

Die Anlage der Sporangien findet auf den B. statt (ausgenommen bei mehreren *Selaginella*-Arten, wo sie an der Achse selbst erfolgt) und ist an die die Nährstoffe führenden Leitbündel, meistens also an die Blattadern gebunden. Sie ist entweder auf eine einzige Oberflächenzelle: Leptosporangiata (*Eufilicineae* und *Hydropteridineae*) oder auf eine Zellgruppe: Eusporangiata (alle übrigen Pteridophyten) zurückzuführen.

Sporen. — Die Mehrzahl der Pteridophyten besitzt nur eine Art von Sporen, einige Abteilungen bilden aber zweierlei Sporen aus, große und kleine, welche demgemäß

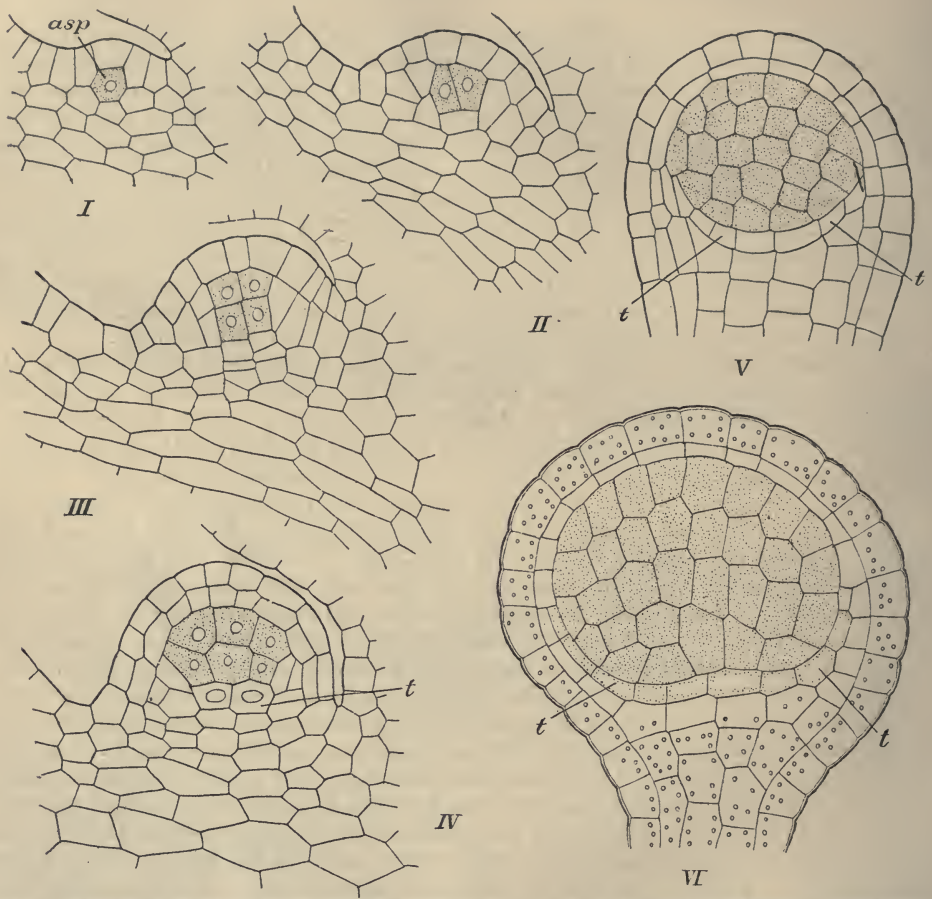


Fig. 9. Sporangien-Entwickelung von *Lycopodium clavatum* L. — *I*—*VI* die aufeinanderfolgenden Entwickelungsstadien. Bei *I* das im Längsschnitte 1zellig erscheinende hypodermale Archesporium (*asp*), *II*—*III* die ersten Teilungen desselben und das allmähliche Hervorwölben des Sporangiums, *IV* und *V* die 2schichtig gewordene Sporangiumwand, der Beginn der Bildung der Tapetenzellen *t* an der Basis des Sporangiums und die Anlage des Stieles. Bei *VI* ist das Sporangium bis zur Bildung der Sporenmutterzellen vorgeschritten. *I* 360mal, *II*—*V* 220mal, *VI* 200mal vergr. — (Original.)

auch als Makro- und Mikrosporen bezeichnet und in besonderen Sporangien, den Makro- und Mikrosporangien gebildet werden. In jedem Falle aber geht bei der Keimung aus den Sporen ein Prothallium hervor, auf welchem die Sexualorgane zur Anlage gelangen, aber die Prothallien, welche bei der Keimung der Makro- und Mikrosporen gebildet werden, erreichen stets nur eine sehr geringe Größe und bleiben mehr oder weniger rudimentär. Sie sind immer diöcisch; von den Mikrosporen nimmt das männliche Prothallium mit den Antheridien, von den Makrosporen das weibliche Prothallium

mit den Archegonien seinen Ursprung. Die sexuelle Differenzierung wird hier also bereits mit der Ausbildung der Sporen auf der beblätterten Pflanze eingeleitet.

Auf der anatomischen Beschaffenheit der Pteridophyten beruht die Möglichkeit, dass dieselben zur Ausbildung großer, z. T. baumartiger Formen schreiten können, welche in früheren Erdperioden noch mächtiger sich gestalteten und häufiger waren, als jetzt.

Die älteste der sicher pflanzliche organische Überreste führenden Formationen, die silurische, zeigt schon hochorganisierte Pteridophyten, in der devonischen Formation sind zahlreichere Reste bekannt, deren Zahl in der Steinkohlenformation, wo auch Gymnospermen häufiger zu werden beginnen, ihren Höhepunkt erreicht. Es ist hervorzuheben, dass von den Filices die Eusporangiaten früher herrschend waren und erst später von den im Palaeozoïcum selteneren Leptosporangiaten in den Hintergrund gedrängt wurden. Im Carbon kommen auch die Lycopodiales zu besonderer Entfaltung in ihren Riesenformen, den Siegelbäumen (Sigillariaceen) und den Schuppenbäumen (Lepidodendraceen), welche nebst den Calamariaceen, baumartigen Equisetales, als vorherrschende Waldbildner anzusehen sind, während die Farne, obgleich vielfach ebenfalls baumartig, daneben wohl als Unterholz an der Waldvegetation Teil nahmen. Die Farne dieser Formation zeigen einen erstaunlichen Formenreichtum, wie z. B. die Untersuchungen der europäischen Kohlenbecken dargethan haben. Die Artenanzahl der letzteren ist weit mehr als doppelt so groß, als die der recenten europäischen Farne, welche nur etwa 130 zählen. In der nächstfolgenden, der permischen Formation freilich hören die Pteridophyten auf, in gleichem Maße vorzuherrschen, obschon sie noch immer eine stattliche Ausbildung mehrerer ihrer Formen erlangen; in den darauf folgenden Formationen jedoch traten sie allmählich mehr und mehr zurück. Die riesigen Lycopodiales, die Sigillariaceen und Lepidodendraceen, verlieren sich bereits in der permischen Formation allmählich; die Protocalamariaceen gehen nur bis ins Unter-Carbon, die Calamariaceen sind im Zechstein nicht mehr vorhanden, ebenso die Sphenophyllaceen, während die Riesenformen der Farne noch bis auf den heutigen Tag, wenn auch nur in den Tropen die Bedingungen für ihr Dasein finden. So ist es denn gekommen, dass die recenten Equiseten und Lycopodien im Verhältnisse zu dem Artenreichtume der Farne jetzt sehr zurücktreten; es ist daher auch die Ansicht laut geworden, dass diese beiden letztgenannten Abteilungen mehr oder weniger im Aussterben begriffen seien.

II. Allgemeine Übersicht.*) (Einteilung).

A. Stamm meist nur wenig ausgebildet, am Scheitel desselben eine nach 3 Seiten sich segmentierende oder eine 2-flächig zugeschärfte Scheitelzelle. Blattentwickelung ausgiebig. Die W. mit 3seitig sich segmentierender Scheitelzelle (ausgenommen bei den Marattiaceen), am Stamme in akropetaler Folge entstehend oder — aber seltener — aus den den St. bedeckenden Blattstielen hervorgehend. Gliederung des Stammes in Hautsystem, Grundparenchym und Leitbündel in der Regel scharf vollzogen. Leitbündel der Stämme concentrisch-bicollateral, selten collateral; Hydrom meist central. In den Blattendigungen sind die Bündel collateral und meist deutlich ausgebildet. Sporangien auf Blättern, welche entweder den Laubb. gleichen oder von denselben in der äußeren Form mehr oder weniger verschieden sind. Archespor 1-zellig. Makro- und Mikrosporen nur bei den *Hydropteridineae*, alle übrigen *Filicales* isospor, mit tetraëdrischen oder bilateralen Sporen. (Prothallium sehr verschiedenartig gestaltet, ebenso auch die Sexualorgane) . . . . . **I. Filicales.**

a. Isospor oder heterospor. Antheridien frei, nicht in das Prothallium eingesenkt. Stamm dorsiventral oder radiär. Die Verzweigungen desselben sind niemals auf dichotome Vorgänge zurückzuführen, sondern nur auf Seitensprosse, welche meist unabhängig von den Blättern am Vegetationspunkte entstehen. Sporangien aus einer einzigen Epidermiszelle hervorgehend (Leptosporangien). Archespor tetraëdrisch, 16 Sporenmutterzellen bildend . . . . . **1. Filicales leptosporangiatae.**

α. Isospor. Sporen tetraëdrisch oder bilateral. Prothallium ein chlorophyllhaltiger, selbständiger Gewebekörper; Archegonien entweder auf einem besonderen Archegonienträger, Archegoniophor (*Trichomanes*), oder auf einem mehr oder

*) Diese Übersicht weicht von der in I. 3 S. 2 gegebenen nur in einigen Punkten ab.

weniger ausgebildeten Gewebepolster, welches von dem Meristem des Prothalliums seinen Ursprung nimmt. Antheridien meist als kugelige Gewebekörper aus dem Prothallium hervorragend, seltener in das Gewebe eingesenkt (*Ceratopteris*). — St. dorsiventral oder radiär, oft nur wenig ausgebildet. Blattentwickelung dagegen sehr kräftig. B. in der Jugend nach dem Stammscheitel zu schneckenförmig eingerollt, an der Basis häufig mit zahlreichen Spreuschuppen bekleidet. Wurzeln am Stamme in akropetaler Folge entstehend oder aus den Blattstielen entspringend. Sporangien entweder zu kleinen Gruppen (Sori) vereinigt oder einzeln stehend oder über die ganze Unterseite des B. zerstreut. Außer bei den Osmundaceen an jedem Sporangium ein sog. Ring (annulus), unter dessen Mitwirkung die Dehiscenz erfolgt. . . . . **a. Eufilicineae.**

β. Makro- und Mikrosporen. Aus denselben entwickelt sich bei der Keimung ein mehr oder weniger rudimentäres Prothallium, an dem aus den Makrosporen entstandenen gehen die Archegonien, an dem aus den Mikrosporen entstandenen die Antheridien hervor. — Stamm stets dorsiventral, auf der Rückenseite die B. in zwei oder mehr Reihen, auf den Flanken die Verzweigungen, auf der Bauchseite die W. erzeugend (*Salvinia* ohne W.). Makro- und Mikrosporen in gesonderten Sporangien, den Makro- und Mikrosporangien. Sporangien in ein- oder mehrfächerigen Kapseln, welche in jedem Fache einen Sorus entwickeln. Archespor tetraëdrisch, 16 Sporenmutterzellen bildend. In den Mikrosporangien entstehen aus den 16 Sporenmutterzellen 4 × 16 Mikrosporen, in den Makrosporangien dagegen findet man bei der Reife nur je eine Makrospore, da während der Entwickelung derselben die Sporenmutterzellen bis auf eine einzige einem Auflösungsprocesse unterliegen. . . . . **b. Hydropteridineae.**

b. Isospor. Prothallium ein chlorophyllreicher Gewebekörper und rel. groß. Antheridien stets in das Prothallium eingesenkt, ebenso auch die Archegonien, deren Hals nur wenig über die Prothalliumfläche hervorragt. Stamm radiär oder dorsiventral gebaut, mit einem sehr geringen Längenwachstum, ohne Internodien und ohne Verzweigungen (ausgenommen *Danaea*), an seiner Oberfläche mit Blattinsertionen mehr oder weniger bedeckt, dicht unter dem Scheitel die in akropetaler Folge stattfindende Wurzelbildung. Leitbündel denen der *Eufilicineae* ähnlich, aber durchweg concentrisch, plattenförmig und ohne Schutzscheide (außer in den Wurzeln). B. groß und mehr oder weniger reich gefiedert, in der Knospenlage wie diejenigen der *Eufilicineae* zusammengerollt, aber mit einer sehr eigenartig ausgebildeten Scheide, welche außen schuppen- oder flügelartig (stipulae) ausgebildet ist und oben nebenblattartig (außer bei *Danaea*) auswächst. An dem Basalteile der B., sowie an der Stielbasis der Fiedern je ein dickes Gelenkpolster. Sporangien aus einer Gruppe von Epidermiszellen hervorgehend (Eusporangien); das mehr oder weniger cubische, also nicht tetraëdrische Archespor ist die hypodermale Endzelle der axilen Reihe der Sporangiumanlage. Die reifen Sporangien sind mehrschichtig und haben keinen Ring; sie stehen auf der Unterseite der den Laubblättern äußerlich gleichen fertilen B. und bilden auf den B. entweder 2reihig oder auf dünnen Anastomosen kranzartig (*Kaulfussia*) angeordnete Sori, die entweder aus freien oder aus verwachsenen Sporangien bestehen und in letzterem Falle eine mehrfächerige Kapsel darstellen. Die Dehiscenz erfolgt entweder durch einen Längsriss oder durch eine runde (*Danaea*) Öffnung . . . . . **2. Marattiales.**

c. Isospor. Prothallium ein unterirdischer, chlorophyllloser, parenchymatischer Gewebekörper (Knöllchen). Antheridien in das Prothallium eingesenkt, desgl. auch die Archegonien, deren Hals kaum oder nur wenig über die Prothalliumfläche hervorragt. Stamm kurz und unverzweigt, ohne Internodien, an seiner Oberfläche mit Blattinsertionen vollständig bedeckt, dicht unter dem Stamme die in akropetaler Folge stattfindende Wurzelbildung. Die Anatomie des Stammes von der der *Eufilicineae* abweichend, mit hohlcylindrischem Gefäßbündelnetze oder dicotylenähnlich mit einem Verdickungsringe (*Botrychium*). Leitbündel concentrisch oder

collateral. B. ohne Nebenb., in der Knospe nicht zusammengerollt, sondern aufrecht oder etwas nach dem Scheitel zu übergebogen, auf der Innenseite schon ziemlich früh eine Verzweigung, den Sporangienstand, anlegend, infolge dessen das ausgebildete B. in einen sterilen und einen fertilen Teil gegliedert wird, von denen der letztere einfach oder rispenartig verzweigt sein kann. Sporangien aus einer Gruppe von Epidermiszellen hervorgehend (Eusporangien); das mehr oder weniger cubische, nicht tetraëdrische Archespor ist die hypodermale Endzelle der axilen Zellreihe der Sporangiumanlage. Die Sporangien sind mehrschichtig, haben keinen Ring und öffnen sich durch einen Längs- oder Querspalt; sie sind entweder in das Gewebe des fertilen Blattteiles eingesenkt oder ragen über die Oberfläche desselben als kugelige Kapsel hervor . . . . . **3. Ophioglossales.**

B. Stamm mit deutlichen Internodien. B. klein, meist keilförmig, ganz oder gabeliggespalten, in Wirteln und superponiert. Stamm mit centralem, triarchen Leitbündel, das einen Verdickungscylinder enthält. Fertile B. zu einer endständigen, langgestreckt-cylindrischen Ähre*) vereinigt; ebenfalls quirlständig. Sporangien gestielt, zu mehreren auf der Oberseite der fertilen B; nur einerlei Sporen bekannt. **II. Sphenophyllales.**

C. Perennierende Pflanzen mit unterirdischem, kriechenden, sich mehrfach verzweigenden Rhizom, welches nach außen Sprosse entsendet. Die oberirdischen Sprosse mit Rillen (Längsfurchen) und den entsprechenden Riefen (Erhabenheiten) versehen. Stamm und Zweige mit scharf gegliederten Internodien, von dem obersten Teile der Internodien scheidenartige Blattquirle von mehr oder weniger rudimentärer Gestalt entspringend; seltener getrennte, wirtelständige Blätter. Leitbündel des Stammes im Kreise geordnet, collateral, Hydrom nicht central. Fertile Blätter zu einer Ähre*) vereinigt, Sporangien aus einer Gruppe von Epidermiszellen hervorgehend. Archespor 1zellig. Isospor oder heterospor. Prothallium nicht überall bekannt. **III. Equisetales.**

a. Isospor. Prothallium ein vielfach gelappter, chlorophyllhaltiger, selbständiger Gewebekörper, meist diöcisch. Antheridien in der Regel nur an ameristischen Prothallien oder solchen Prothalliumlappen, Archegonien nur am Meristem des Prothalliums. Stamm und Wurzel mit je einer großen, nach 3 Seiten sich segmentierenden Scheitelzelle. An den basalen Teilen der Internodien des Stammes wirtelig gestellte Zweige (bei vielen Arten). Blattquirle zu einer gezähnten, die Basis des darüber liegenden Internodiums rings umfassenden (einschachtelnden) Blattscheide vereinigt. Wurzeln an den Basen der Seitensprosse (Zweige) entstehend, aber an den oberirdischen Stengelteilen nicht zur Ausbildung gelangend . Fertile Blätter zu einer gipfelständigen Ähre*) vereinigt, schildförmig, auf ihrer der Achse zugekehrten Unterseite Sporangien tragend. Reife Sporangien sackartig, mit einschichtiger, ringloser Wand. Sporen kugelig oder eirund; jede Spore von zwei abrollbaren Elateren spiralig umgeben . . . . . **Euequisetales.**

b. Heterospor (ob immer?). Von den Nodiallinien der Internodien gehen die Zweige einzeln oder in Mehrzahl in quirliger Stellung ab. B. in Quirlen, von vorn herein frei, höchstens am Grunde scheidig verwachsen oder in der Jugend zu einer den Stamm umgebenden Scheide wie bei den Euequisetales verwachsen, die sich nach Maßgabe des durch einen secundären Holzkörper bedingten Dickenwachstums der Stämme in die einzelnen, dann durchaus getrennten B. auflöst. (*Asterocalamites* hat freie, gegabelte B.). Wurzeln an den Knoten der Rhizome sitzend. Fertile B. in Wirteln, meist mit sterilen Wirteln abwechselnd, anderenfalls besitzen die Wirtel der fertilen B. Duplicaturen . . . . . **Calamariales.**

D. Stamm einfach oder verzweigt (anatomisch in mehreren Abteilungen sehr variierend); B. einfach, ungegliedert, meist nur von einem einzigen Bündel (Mittelader) durchzogen oder nur schuppenartig. Mit oder ohne Wurzeln. Sporangien entweder von der Oberseite der fertilen B., an ihrer Basis oder oberhalb derselben aus der Sprossachse entspringend. Sporangien aus einer Gruppe von Epidermiszellen hervorgehend.

*) Kann auch als Prototyp einer Blüte aufgefasst werden.

Archespor 1- oder mehrzellig. Isospor oder heterospor. Prothallium nicht überall bekannt . . . . . **IV. Lycopodiales.**

a. Isospor. Prothallium nicht überall bekannt. Stamm einfach oder verzweigt, mit oder ohne Scheitelzelle, von einem cylindrischen axilen Mestombündel durchzogen, welches mehrere mit einander mehr oder weniger anastomosierende Hydromteile enthält. Mit oder ohne W. Fertile B. mit einem oder zwei Sporangien, letztere von der Oberseite der fertilen B. an der Basis derselben entstehend. B. ohne Ligula. **1. Lycopodiales eligulatae.**

α. Prothallium unbekannt. Zweierlei Sprosse, solche mit behaarter und solche mit glatter Oberfläche; erstere stets reichlich verzweigt, ohne B., sich nicht über das Substrat erhebend, letztere mehr oder weniger verzweigt oder unverzweigt, sich zu oberirdischen Längstrieben mit Laub- und fertilen Blättern entwickelnd. Ohne Wurzel, die Function derselben übernehmen die mit reichlicher Haarbildung versehenen unterirdischen Sprosse. An den letzteren eine dreiflächig zugespitzte Scheitelzelle; die Scheitelzelle der oberirdischen Sprosse wird dagegen durch radienartig verlaufende Antiklinen zerklüftet. Verzweigungen dichotomisch oder sympodial angelegt. Auch an den unterirdischen Sprossen Anlagen seitlicher Organe, welche aber in der Regel nur aus wenigen Zellen bestehen; unterirdische Sprosse daher gelegentlich zu oberirdischen sich umwandelnd. Oberirdische Sprosse mit einem centralen Mestombündel, in demselben meist mehr als zwei untereinander anastomosierende Hydromteile, welche einen centralen Strang umgeben. An den fertilen B. je zwei einfächerige Sporangien. **a. Psilotineae.**

β. Prothallium nicht überall bekannt. Stamm einfach oder verzweigt, ohne Scheitelzelle (mit geschichtetem Baue); Laubb. schmal, linealisch, mit einer Mittelader. Wurzel ohne Scheitelzelle. Fertile B. entweder brakteenartig und zu einer gipfelständigen Ähre*) vereinigt oder den ebenfalls nur wenig entwickelten Laubb. gleichgestaltet und zu keiner deutlichen Ähre vereinigt. An den fertilen B. nur je ein Sporangium . . . . . **b. Lycopodiineae.**

b. Heterospor, Makro- und Mikrosporangien. Prothallium nicht überall bekannt. Stamm einfach oder verzweigt, mit oder ohne Scheitelzelle, mit oder ohne Meristemring. B. mit Ligula . . . . . **2. Lycopodiales ligulatae.**

α. Der gesamte Inhalt der Mikro- und Makrosporen wird bei der Keimung zum Prothallium. Antheridien und Archegonien über die Prothalliumoberfläche nicht hervorragend. Stamm mit oder ohne Scheitelzelle; Verzweigungen nicht auf Gabelungen des Stammes zurückzuführen, sondern monopodial und abwechselnd rechts und links aus den Seiten des Vegetationskegels entspringend. Stamm von einem oder mehreren Leitbündeln durchzogen, letztere ohne Endodermis. B. klein und wenig ausgebildet, mit einem einzigen medianen Leitbündel (Mittelader). An der Innenseite der Blattbasis die chlorophylllose Ligula, welche wie ein Züngelchen aus dem Blattgrunde hervorragt. Wurzeln wohl stets mit Scheitelzelle, entweder an den Enden von »Wurzelträgern« oder an dem Vegetationspunkt normaler Sprosse entstehend. Sporangien kugelige, mehrschichtige, kurzgestielte Kapseln, aus einer Gruppe von Oberflächenzellen hervorgehend, einzeln stehend entweder an der Basis des fertilen Blattes oder — in den meisten Fällen — oberhalb je eines Blattes an der Achse selbst, bei der Reife sich durch einen das ganze Organ mehr oder weniger halbierenden Riss öffnend. Die fertilen B. bilden eine endständige Ähre*). In den Makrosporangien gelangt mehr als eine Makrospore zur Ausbildung . . . . . **a. Selaginellineae.**

β. Prothallium nicht bekannt. Bäume mit Dickenwachstum der Rinde und des Holzes, und gabeligen Verzweigungen. Die unterirdischen Organe sind Rhizome

*) Kann auch als Prototyp einer Blüte aufgefasst werden.

mit in Schrägzeilen (im Quincunx) angeordneten »Appendices« (Blättern?) mit Wurzelfunction . . . . . **b. Lepidophytineae.**

γ. Der gesamte Inhalt der Mikro- und Makrosporen wird bei der Keimung zum Prothallium. Antheridien und Archegonien über die Oberfläche des Prothalliums nicht hervorragend. Stamm ohne Scheitelzelle, kurz, knollenartig, ohne Internodien, nicht immer hervorgewölbt, sondern am Scheitel mitunter flach oder muldenartig vertieft, selten verzweigt; normale Verzweigung dichotomisch, aber sehr selten, etwas häufiger die auf adventiven Vorgängen beruhende Verzweigung. Im Stamme ein Meristemring, welcher nach außen das Speichergewebe der Rinde (die secundäre Rinde), nach innen ein secundäres Gewebe erzeugt, in welchem neben dem allerdings vorherrschenden Leptom auch Holzteile zur Entwickelung gelangen (Secundäres Dickenwachstum). Wurzeln in akropetaler Folge am Stamme entstehend, bei der Anlage im Stamme mit Scheitelzelle, später ohne eine solche und dichotomisch sich verzweigend. Laubb. und fertile B. eine dichte Rosette bildend, pfriemlich, aber mit ausgebreiteter Vagina (Laubb. bei den landbewohnenden Arten nur schuppenförmige Niederb.); in einer Vertiefung der Vagina (Ligulargrube) ein wulstiger Gewebekörper, das Glossopodium, der basale Teil der sonst häutigen Ligula. Am Grunde des fertilen B. je eine Sporangiumanlage, welche im Laufe der Entwickelung in eine tiefe Grube (Fovea) gelangt. Der Rand dieser Grube oft zu einem als Indusium zu betrachtenden dünnen Häutchen (Velum) auswachsend. Sporangien groß, bohnenförmig, durch dünne, von der Bauch- zur Rückenseite verlaufende Platten oder Gewebefäden (Trabeculae) unvollkommen gefächert, die Sporen werden nach der Reife durch Verwesen der Wand frei. Archespor eine hypodermale Zellschicht. Makro- und Mikrosporangien, in den ersteren mehr als eine Makrospore. Mitunter entwickeln sich vegetative Sprosse aus der Blattbasis . . . . . **c. Isoëtineae**

E. Anhang. Fossile Reste, die weder zu den *Filicales*, noch zu den echten *Gymnospermae* gestellt werden können, aber Anklänge an beide Gruppen aufweisen. (Näheres am Schlusse der Pteridophyten) . . . . . **V. Cycadofilices.**

I. Filicales.

1. Filicales leptosporangiatae.

A. Eufilicineae.

a) Das Prothallium und die Sexualorgane.

Wichtigste Litteratur: Kaulfuss, Das Wesen der Farnkräuter. Leipzig 1827, nebst Anhang von Ehrhardt. — Naegeli, Das Farn-Antheridium (Zeitschr. f. wiss. Bot. I. 1844). — v. Leszcyc-Suminski, Zur Entwickelungsgeschichte der Farnkräuter. Berlin 1848. — Schacht, Beitrag z. Entwickelungsgesch. der Farnkräuter (Linnaea, Bd. 22). — Thuret, Sur les anthéridies des Fougères (Ann. sc. nat. 3. t. 1849). — Mercklin, Beobachtungen an dem Prothallium der Farnkräuter. Petersburg 1850. — Wigand, Botanische Untersuchungen. Braunschweig 1854. — Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen. Leipzig 1851. — Ders., Beiträge zur Kenntnis der Gefäßkryptogamen (Abh. d. Königl. Ges. d. Wiss. z. Leipzig 1857). — M. Cornu, Prothallium v. *Aspidium filix mas* (Bull. d. l. Soc. Bot. de France; t. 21). — H. Schacht, Die Spermatozoïden im Pflanzenreiche. Braunschweig, 1864. — J. Sachs, Lehrb. d. Bot. — Borodin, Über Farnprothallien. Petersburg 1867. — Kny, Über die Entwickelung des Prothalliums und der Geschlechtsorgane (Sitzber. naturforsch. Fr. Berlin, 1868). — Ders., Über Bau und Entwickelung des Farnantheridiums (Monatsber. d. Kgl. Ak. d. Wiss. 1869). — Ders., Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Farnkräuter (Jahrb. f. wiss. Bot., VII). — Ders., Die Entwickelung der Parkeriaceen, dargestellt an *Oeratopteris thalictroides* Brongn.

(Nov. Act. Leopold. Bd. XXXVII, Nr. 4). — Strasburger, Befruchtung der Farnkräuter (Jahrb. f. wiss. Bot. VII. 1869). — v. Janczewski, Über die Archegonien (Bot. Ztg. 1872). — Luerssen, Zur Keimungsgeschichte der Osmundaceen, vorz. d. Gattg. *Todea* Willd. (Mitteil. aus d. Gesamtgeb. d. Bot., herausgegeben von Schenk und Luerssen, Bd. I, 1874). — Ders., Über die Entwickelungsgeschichte des Marattiaceen-Vorkeims (Sitzber. d. naturf. Ges. zu Leipzig, 1875). — Schelting, Einige Fragen betr. die Entwickelung der Farnkräuter (Schriften d. Univ. Odessa, 1875). — Pedersen, R., Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Vorkeims der Polypodiaceen (Mitt. aus d. Gesamtg. d. Botanik, Leipzig. II. Bd.). — Burk, Sur le développement du prothalle des Aneimia (Arch. Néerlandaises. 1876). — Kienitz-Gerloff, Über den genetischen Zusammenhang der Moose mit den Gefäßkryptogamen und Phanerogamen (Bot. Ztg. 1876). — Vouk, Die Entwickelungsgeschichte des Embryo von *Aspenium Shepherdi* Spr. (Sitz. Ber. d. K. Ak. d. W. z. Wien 1877). — G. Beck, Entwickelungsgeschichte des Prothalliums von *Scolopendrium vulgare* (Sitzber. d. K. K. Ak. d. W. zu Wien, 1878). — W. Pfeffer: Locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize (Deutsch. Bot. Ges. 1883 und Unters. aus d. Bot. Inst. z. Tübingen. I. 1881—1885). — Leitgeb, Über die Bilateralität der Prothallien (Flora, 1879). — Ders., Studien über Entwickelung der Farne (Sitz. Ber. d. K. K. Ak. d. Wiss. z. Wien; 1879). — Sadebeck, Kritische Aphorismen über die Entwickelungsgeschichte der höheren Kryptogamen (Naturw. Verein z. Hamburg; 1879). — Ders., Die Gefäßkryptogamen. (In Schenk's Handbuch. Breslau 1879). — Rauwenhoff, Über die ersten Keimungserscheinungen der Sporen der Kryptogamen (Meded. d. K. Ak. Amsterdam; 1879). — Ders., De geslachtsgeneratie der Gleicheniaceen. (Kgl. Akad. van Wetensch. te Amsterdam, 1889). — Ders., La génération sexuée des Gleichéniacées (Arch. Néerl. XXIV. 1889). — Prantl, Über die Anordnung der Zellen in flächenartigen Prothallien der Farne (Flora, 1878). — Ders., Über den Einfluß des Lichtes auf die Bilateralität der Farnprothallien. (Bot. Ztg. 1879). — Ders., Beobachtungen über die Ernährung der Farnprothallien und die Verteilung der Sexualorgane (Bot. Ztg. 1881). — Jonkman, De geslachtsgeneratie der Marattiaceen (Upsala, 1879). — Goebel, Entwickelungsgeschichte des Prothalliums von *Gymnogramme leptophylla* Desv. (Bot. Ztg. 1877). — Ders., Morphologische und biolog. Studien (Ann. d. jard. bot. d. Buitenzorg. VII). — Ders., Über die Jugendzustände von Pflanzen (Flora, 1889). — Ders., On the simplest Form of Moss (Ann. of Bot. VII). — Heinricher, Beeinflußt das Licht die Organanlage am Farnembryo? (Mitt. d. Bot. Inst. z. Graz. II). — Campbell, Die Entwickelung des Prothalliums und des Embryo von *Osmunda claytoniana* und *O. cinnamomea* L. (Ann. of Bot. 1892). — Ders., A study of the apical growth of the prothallium of Ferns (Torrey Bot. Club of New-York. 1891). — W. Belajeff, Über Bau und Entwickelung der Spermatozoïden bei den Gefäßkryptogamen. (Ber. d. Deutschen Bot. Ges., 1889). — P. Schottlaender, Zur Histologie der Sexualzellen bei Kryptogamen. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1892). — Strasburger, Histologische Beiträge, IV. 1892. — G. Klebs, Über den Einfluss des Lichtes auf die Fortpflanzung der Gewächse (Biol. C., XIII). — Kny, Entwickelung von *Aspidium Filix mas* L. (Bot. Wandtafeln, XCIII—C). Berlin, 1894. — Woronew, Über den Einfluss der äußeren Bedingungen auf die Entwickelung des Vorkeims der Farne. (Protokolle der Warschauer Naturf. Ges., Ref. Petersburg, 1894). — D. H. Campbell, The structure and development of the Mosses and Ferns (Archegoniatae), London und New-York, 1895. — Ders., The origin of the sexual organs of the Pteridophyta. (Bot. Gaz. XX). — Ders., Zur Entwickelungsgeschichte der Spermatozoïden (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1891). — Goebel, *Hecistopteris*, eine verkannte Farngattung (Flora, 1896). — Ders., Über Jugendformen von Pflanzen und deren künstliche Wiederhervorrufung (Sitzber. d. K. Bayr. Ak. XXVI).

α) Die Sporen und die Entwickelung des Prothalliums.

Die reifen Sporen der *Eufilicineae* sind einzellige, mehr oder weniger der Gestalt einer Kugel oder eines Eies sich nähernde Körperchen, welche mit leisten- oder warzenartigen Vorsprüngen versehen sind (Fig. 10). Ihre Größe ist z. T. sehr variabel, der Längsdurchmesser schwankt im ganzen zwischen 0,027 mm und 0,158 mm. Die Sporenhülle besteht aus 3 Häuten, dem Endosporium, dem Exosporium und dem Episporium. Das Endosporium, welches den Sporeninhalt direkt umgiebt, ist eine äußerst dünne und zarte Haut, das Exosporium dagegen ist cuticularisiert, mit vielen warzenartigen oder leistenförmigen Verdickungen versehen und in vielen Fällen völlig undurchsichtig, während das Episporium (auch Perisporium genannt) wieder sehr dünn und meistens völlig farblos ist. Es ist lange Zeit gänzlich übersehen worden.

In der äußeren Gestalt der Sporen findet man im wesentlichen zwei Modificationen, die der radiären und die der bilateralen Sporen, welche durch die Art und Weise der Entwickelung der Spore aus der Sporenmutterzelle bedingt sind. In dem ersteren Falle wird der Inhalt der Sporenmutterzelle nach Art von Kugeltetraëdern zerlegt, in dem

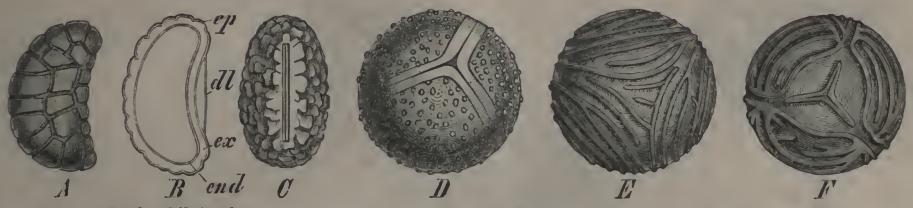


Fig. 10. *A—C* Reife, bilaterale (nierenförmige) Sporen von *Polypodium vulgare* L. Vergr. 290. *A* Oberflächenansicht, von der Seite gesehen. *B* dieselbe Spore in gleicher Lage, aber im optischen Längsschnitte, die 3 Sporenhäute, *ep* das Episporium, *ex* das Exosporium, *end* das Endosporium und die Dehiscenzleiste (*dl*) zeigend. *C* Scheitelansicht, gegen *A* um 90° gedreht. Die auf der Leiste liegende Dehiscenzspalte durchzieht fast die ganze Länge der Spore. — *D* Reife, tetraëdrische, radiäre Spore von *Osmunda regalis* L. Vergr. 290. Scheitelansicht. Die Dehiscenzspalten, welche an der im Mittelpunkte der kugeligen Mutterzelle gelegenen Tetraëderspitze zusammentreffen, liegen in je einer Rinne. — *E—F* Reife, radiäre Sporen von *Ceratopteris thalictroides* Brongn. Vergr. 150. *E* von der Außenfläche gesehen, *F* die Scheitelansicht; die Dehiscenzspalten liegen in den am Scheitel (Spitze des Tetraëders) zusammentreffenden Dehiscenzleisten. Die Verdickungen des Exospors bewirken leistenförmige Protuberanzen auf der Oberfläche der Spore. (*E* und *F* nach Kny, *A—D* Original.)

letzteren Falle teilt er sich in Kugelquadranten; es entstehen also aus der Sporenmutterzelle stets 4 Sporen. In beiden Fällen aber runden sich die bei dem Teilungsprozesse entstandenen Kanten weiterhin noch ab, und die radiären Sporen werden daher kugelig, die bilateralen dagegen mehr oder weniger nierenförmig. Die Hymenophyllaceen, Cyatheaceen und Osmundaceen bilden nur radiäre Sporen aus, die Polypodiaceen, Schizaeaceen und Gleicheniaceen dagegen bilden sowohl radiäre als auch bilaterale Sporen aus.

Keimung der Sporen und das Prothallium. — Bisher ist namentlich die Keimung der Sporen der Gleicheniaceen und Osmundaceen, deren Exosporium durchsichtig ist, genauer untersucht worden. Das Endosporium derselben wird weder durch Chlorzinkjod, noch durch Schwefelsäure und Jod blau gefärbt, sondern es wird ebenso wie das Exosporium bei Behandlung mit diesen Reagentien gelbbraun. Der Inhalt der keimungsfähigen reifen Sporen der Gleichenien ist gelblich bis goldgelb gefärbt und besteht aus einer stark lichtbrechenden Masse, worin man stets mehrere größere und kleinere Kügelchen und einen großen, wasserhellen Zellkern unterscheiden kann. Der Sporeninhalt besteht z. T. aus eiweißartigen Stoffen, welche sich bei Behandlung mit einer Lösung von Mercuronitrat ziegelrot färben, zum Teil aus Öl oder Fett. Bei der Keimung der Gleichenia-Sporen, welche bald nach der Aussaat erfolgt, finden lange bevor die Sporenhülle berstet, Veränderungen des Inhaltes statt, unter denen am meisten die Bildung von körnigem Chlorophyll hervortritt. Ungefähr gleichzeitig hiermit wird aus dem Protoplasma der Spore eine Cellulosewand abgeschieden, welche infolge des Turgors der Zelle sich der Sporenwand eng anlegt und die Wand der primären Prothalliumzelle bildet. In diesem Stadium der Keimung beginnt die Sporenhülle entlang der drei Dehiscenzleisten langsam auseinander zu weichen, und man sieht nun, dass die neu abgeschiedene Membran bei Behandlung mit Chlorzinkjod nicht nur blau gefärbt, sondern von der Sporenwand abgetrennt wird, so dass sie alsdann wie ein äußerst dünnhäutiges Säckchen den durch das Reagens stark contrahierten Inhalt umgiebt. Auch erkennt man deutlich, dass um diese Zeit innerhalb der Spore eine Teilung des Inhaltes durch eine neue Cellulosemembran erfolgt ist, die Entwickelung des Prothalliums also bereits eingeleitet worden ist. Wesentliche Abweichungen hiervon trifft man bei den Keimungsvorgängen der *Eufilicineae* nicht an.

Durch den Teilungsvorgang im Inneren der keimenden Spore ist in den meisten Fällen bereits die erste Haarwurzel von der primären Prothalliumzelle abgetrennt worden Die Haarwurzel erfährt im weiteren nur noch einige Längsstreckungen, aus der

Fig. 11. *I Trichomanes rigidum* Sw. Habitusbild eines Prothalliums (nur ein kleiner Teil der Fäden gezeichnet) mit Archegoniophoren *A*, an deren einem (unteren) eine Keimpflanze sitzt (etwa 100mal vergr.). *II Adiantum Capillus Veneris* L. Flächenförmiges Prothallium mit einer Keimpflanze. *pp* das von unten gesehene Prothallium, *b* das erste Blatt der jungen Pflanze, *w'* die erste, *w''* die zweite Wurzel derselben; *hw* Haarwurzeln des Prothalliums (etwa 30mal vergr.). (*I* nach Goebel, *II* nach Sachs.)

ersten Prothalliumzelle dagegen entsteht ein Zellfaden oder eine Zellfläche oder auch ein Zellkörper, Formen des Prothalliums, welche sich oft zu einer rel. recht ansehnlichen Größe zu entwickeln vermögen. Das flächenartige Prothallium, welches im Laufe der Entwickelung nicht selten, aber keineswegs immer, eine herzförmige Gestalt erhält, vermag eine Länge von 2—4 cm und mehr bei einer Breite von 2—3 cm zu erreichen (z. B. *Osmunda*), in anderen Fällen (z. B. *Polypodium vulgare*) überschreitet es in der Länge und Breite kaum einige wenige Millimeter. Die Größe der Prothallien ist aber unabhängig von der Größe der erwachsenen Sporenpflanze, die kleinen und zarten *Anogramme*-Pflänzchen, sowie mehrere *Hymenophyllum*-Arten gehen z. B. aus rel. sehr großen Prothallien hervor. Auf den Prothallien findet die Anlage und die Entwickelung der Sexualorgane, der Antheridien und der Archegonien, statt.

Die Entwickelung der Prothallien nimmt keineswegs irgend einen bestimmten typischen Verlauf, wie man früher — nach Untersuchung einiger weniger Arten — annahm, sondern verläuft z. T. in sehr verschiedener Weise. Am häufigsten aber bilden die Prothallien sich flächenartig aus und sind durch eine streng ausgesprochene Dorsiventralität ausgezeichnet, infolge deren z. B. die Archegonien nur auf der Unterseite zur Anlage gelangen. Sie sind oft mehr oder weniger gelappt, in einigen Fällen aber entwickeln sich sclerotienartige Dauerzustände in der Form von kleinen Knöllchen. Von der großen Menge der einzelnen Gattungen und Arten ist bis jetzt nur ein kleiner Teil auf die Prothallien hin genauer untersucht worden, von manchen Gruppen tropischer Farne kennen wir die Prothallien überhaupt nicht. Unsere Kenntnis derselben ist daher z. Z. noch eine sehr lückenhafte, was um so mehr zu bedauern ist, als die neueren Untersuchungen zu dem Resultat geführt haben, dass die Prothallien wichtige Gesichtspunkte für die Beurteilung der Verwandtschaftsverhältnisse zu bieten vermögen. Im Nachfolgenden sollen daher die wichtigsten der bis jetzt beobachteten Modificationen besprochen werden; es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass äußere Einflüsse, wie z. B. Beleuchtungsverhältnisse, eine größere oder geringere Dichtigkeit der Aussaat, Beschaffenheit des Substrates u. s. w., mitunter auch bemerkenswerte Verschiedenheiten der Entwickelung von Prothallien einer und derselben Species hervorrufen können.

Auf der Unterseite der Prothallien entstehen in jedem Falle die Haarwurzeln, in der Regel einzeln, in Gruppen nur an den Prothallien von *Hymenophyllum* (man vergl. daselbst). Bei ihrer Anlage stülpt sich, nach vorhergegangener Ansammlung von Protoplasma eine Zelle der Unterseite des Prothalliums etwas aus und wächst zu einem langen, cylindrischen, sich bräunenden Haare, der Haarwurzel aus, welche sich indessen schon vor Beginn des Längenwachstums durch eine Zellwand von der Mutterzelle abtrennt und stets einzellig bleibt. Die Haarwurzeln nehmen zwar schon von den Gliederzellen des fadenförmigen Prothalliums ihren Ursprung, in größerer Anzahl dagegen erst von dem hinteren Teile der Prothalliumfläche oder auch zu beiden Seiten des Gewebepolsters.

Eine der häufigeren Modificationen der Prothalliumentwickelung findet man bei dem Prothallium von *Polypodium vulgare* L. (Fig. 12). Die bilateralen, etwas nierenförmigen Sporen dieser Art keimen ziemlich leicht; nach dem Zerbersten der Sporenhülle, welches meistens längs der Dehiscenzleisten vor sich geht, stülpt sich die erste Haarwurzel aus, nachdem sie sich schon vorher durch eine Membran von der primären, noch kugeligen, aber bereits geformtes Chlorophyll enthaltenden Prothalliumzelle getrennt hat. Aus der letzteren entsteht wohl in der Mehrzahl der Fälle ein allerdings nur weniggliedriger Prothalliumfaden, dessen Endzelle sich zu einer Zellfläche entwickelt; nur seltener scheint die primäre Prothalliumzelle sofort zur Flächenbildung überzugehen. Bei der Entwickelung der Zellfläche wird entweder sofort Randzellenwachstum eingeleitet, oder es bildet sich erst eine 2-schneidige Scheitelzelle aus, welche mitunter, namentlich bei länglichen, spatelförmigen Prothallien lange Zeit erhalten bleibt (Fig. 12, *E*), ehe das Randzellenwachstum eintritt (man vergl. bei der Entwickelung des Blattes, wo der hiermit völlig übereinstimmende Übergang des Wachstums mit Scheitelzelle zu dem Randzellenwachstum eingehender besprochen wird). Bei dem Übergang in dasselbe verliert die 2-schneidige Scheitelzelle ihre Gestalt, indem eine Perikline in ihr auftritt, an welche in gleicher

Weise, wie bei anderen Randzellen, eine mediane Anticline ansetzt, so dass die Scheitelzelle eine gleiche Form erhält wie die übrigen Randzellen. Der hierdurch gebildete scheitelständige Randcomplex bildet sich zu einem Meristem (Fig. 12, *F*) aus, von welchem die Zellteilungen in der ausgiebigsten Weise vor sich gehen, ohne indessen eine nennenswerte Volumenvergrößerung dieses Teiles des Prothalliums herbeizuführen. Dagegen erfahren die zu beiden Seiten des Meristems gelegenen Zellen eine erhebliche Volumenzunahme, die von ihnen gebildeten Zellpartien wachsen oft zu recht beträchtlichen Lappen aus, und

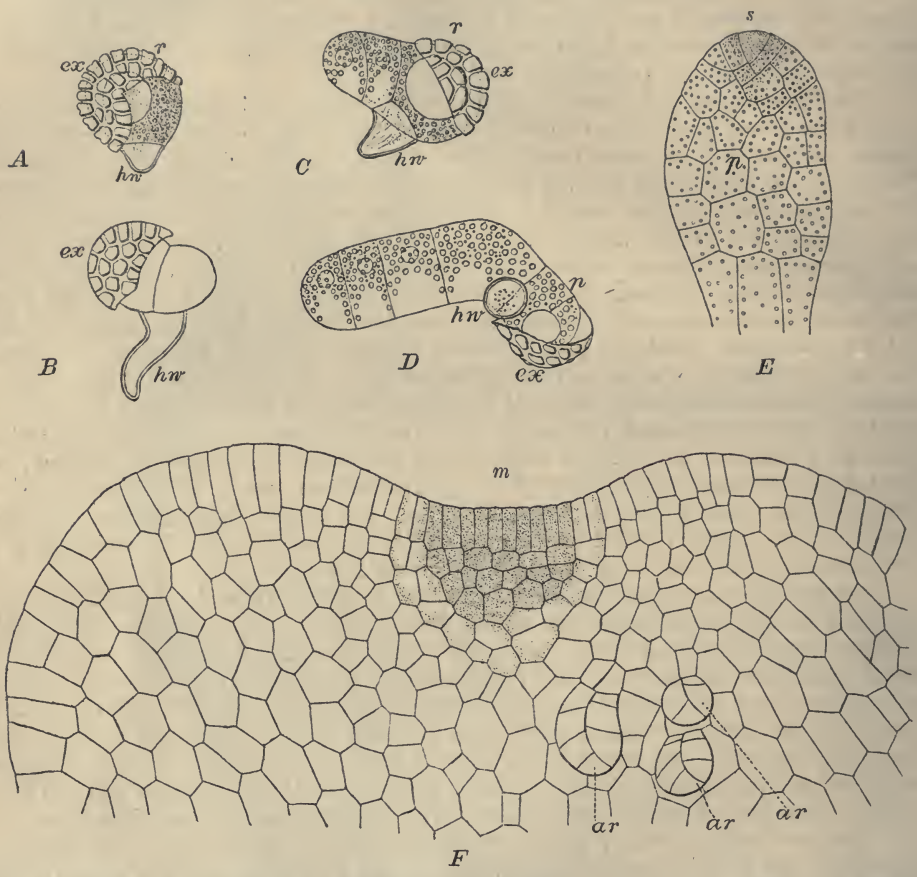


Fig. 12. Keimung und Entwickelung des Prothalliums von *Polypodium vulgare* L. Vergr. 250/1. — *A* die erste Haarwurzel hat sich eben abgetrennt von der ersten Prothalliumzelle, in welcher die Bildung des körnigen Chlorophylls beginnt. *ex* die zerborstene Sporenhülle, von welcher nur das Exospor sichtbar ist. — *B—D* aufeinanderfolgende Stadien der Entwickelung des Zellfadens, die Wachstumsrichtung der Haarwurzel steht senkrecht zu derjenigen des Zellfadens. — *E* vorderer Teil eines jungen, noch ganz spatelförmigen Prothalliums mit apicaler, 2-schneidiger Scheitelzelle (*s*), die Zellen des Meristems sind durch den reichlicheren Gehalt an Protoplasma vor den übrigen ausgezeichnet. — *F* vorderer Teil eines bis zur Anlage der Archegonien (*ar*) vorgeschrittenen Prothalliums; das Meristem (*m*) ist auch hier durch den reichlicheren protoplasmatischen Inhalt seiner Zellen ausgezeichnet. — (Original.)

das Prothallium erhält die für die Farnprothallien früher als typisch betrachtete herz- oder nierenförmige Gestalt. Das Meristem liegt jetzt in der Einbuchtung. In dem rückwärts vom Meristem gelegenen Teile des Prothalliums entwickelt sich nun ein Gewebepolster, auf welchem später die Archegonien angelegt werden. Nicht immer aber entwickeln sich zwei solcher Lappen so gleichmäßig, wie es oben geschildert worden ist; nicht selten bleibt einer derselben nach einiger Zeit zurück, mitunter gelangt überhaupt nur einer dieser Lappen zur Entwickelung, derselbe erfährt dann eine sehr bemerkbare

Volumvergrößerung. In diesen beiden letzten Fällen kann das Meristem natürlich nicht in einer Bucht liegen, sondern es wird durch den sich vergrößernden Lappen an die Seite gedrängt, so dass es als eine seitliche Anlage erscheint. Die ungleichmäßige Ausbildung der beiden Lappen kommt aber auch bei denjenigen Farnarten nicht selten vor, bei welchen sich in der Regel beide Lappen gleichmäßig entwickeln. Die Prothallien von *Cheilanthes farinosa* entwickeln z. B. bald zwei Prothalliumlappen und ein Meristem zwischen diesen, bald nur einen Prothalliumlappen, wobei das Meristem teils im Laufe der Entwickelung zu einem lateralen wird, teils von Anfang an auf eine laterale Anlage zurückzuführen ist. Auch die Prothallien von *Allosorus-*, *Pteris-*, *Aspidium*-Arten u. s. w. sind in ganz ähnlicher Weise variabel. Etwas eigenartiger ist dagegen die Entwickelung der Prothallien von *Ceratopteris thalictroides*. An den auf feuchtem Sande oder Torf erzogenen Prothallien dieses Farnkrautes bildet sich oft schon zu der Zeit, wo eine zweischneidige Scheitelzelle an der Spitze noch erkennbar ist, das apicale Meristem also noch in Thätigkeit ist, ein zweites laterales Meristem, worauf die die Zellen des apicalen Meristems allmählich ihre meristematische Beschaffenheit verlieren und in den Dauerzustand übergehen, dem lateralen Meristem ihre ursprüngliche Rolle überlassend. Der Scheitel des letzteren vertieft sich nun im Laufe der weiteren Entwickelung mehr und mehr, indem die ihm benachbarten Partien des Randes sich durch raschere Teilung und Streckung ihrer Zellen hervorwölben und bald gegenseitig übergreifen. Der hierdurch entstandene grundwärts gekehrte Lappen vergrößert sich jetzt stärker, als der dem ursprünglichen Scheitel zu liegende. Infolgedessen wird das laterale Meristem ganz allmählich in die Mediane gerückt, während die Zellen des ursprünglichen apicalen Meristems eine seitliche Lage erhalten und zum integrierenden Bestandteil eines der Seitenlappen werden. So erhält also das Prothallium von *Ceratopteris thalictroides* schließlich auch eine mehr oder weniger herz- oder nierenförmige Gestalt, obgleich der Entwickelungsgang ein sehr verschiedener ist von dem des Prothalliums von *Polypodium vulgare*.

Übrigens bleiben die Farnprothallien mitunter, namentlich wenn die Aussaat etwas zu dicht gewesen ist, ameristisch und sehr klein, manchmal nur auf wenige Zellen beschränkt; trotzdem tragen solche Prothallien sehr häufig Antheridien.

Die Prothallien von *Polypodium obliquatum* Bl. erreichen bei einer Breite von nur 1 mm nicht selten eine Länge von 1,5 cm und mehr und ähneln äußerlich schmächtigen *Metzgeria*-Formen; sie sind ausgezeichnet durch eine eigentümliche bläulich-grüne Färbung und braune dickwandige Borstenhaare. Das sonst einschichtige Prothallium wird nur an der Mittelrippe mehrschichtig, wo indessen mitunter mehrere (bis drei) Gewebepolster mit Archegonien von einander durch einschichtige Prothalliumstücke getrennt sind. Die Haarwurzeln entspringen nur am Rande oder aus der Mittelrippe, nur selten von der Fläche. Randbürtige Adventivsprosse sind dagegen rel. häufig.

Eine noch eigenartigere Entwickelung zeigen die Prothallien von *Vittaria*. Die meist »bohnenförmigen« Sporen der *Vittaria*-Arten entwickeln bei der Keimung eine an der Spitze bald in eine Zellfläche übergehende Zellreihe, aber die Prothallien werden nicht dem Thallus der Lebermoose ähnlich, sondern sie gleichen eher einem reich verzweigten *Sphagnum*-Protonema; wie dieses sind sie einschichtige, mit zahlreichen Lappen versehene Gebilde. Bei der Entwickelung der Fläche wird der ganze Rand des *Vittaria*-Prothalliums meristematisch; die Ausbildung eines Meristems bleibt also nicht bloß auf eine kleine, begrenzte Stelle des Prothalliums beschränkt. Allmählich aber verlieren mehrere Stellen des ursprünglichen Randes den meristematischen Charakter und bleiben in ihrem Wachstum zurück. Die benachbarten meristematischen Teile wachsen dagegen in der bisherigen Weise weiter und werden dadurch zu mehr oder weniger deutlichen Lappen; dieselben tragen Archegonien, während die Antheridien in den ameristischen Buchten gebildet werden. Verliert ein solches Prothallium nur an einer Stelle des Randes den meristematischen Charakter, so bildet es nur zwei Lappen aus, und es entsteht dadurch ein herzförmiges Prothallium ähnlich dem des *Polypodium vulgare*; von diesem ist es jedoch auf das schärfste dadurch unterschieden, dass das Meristem nicht in der Bucht,

sondern auf den Lappen liegt (Fig. 13, *A*). Sehr eigenartig ist auch die Bildung von Brutknospen (Fig. 13, *B*—*D*); dieselbe erinnert an die analogen Vorgänge am *Hymenophyllum*-Prothallium. Die normalen Brutknospen der *Vittaria*-Prothallien sind keulenförmige, nicht immer mit gerader Längsachse versehene Körper, welche durchschnittlich etwa aus 6—9 Zellen bestehen. Die Zellen sind zu einer Reihe angeordnet, eine der Endzellen zeigt einen runden braunen Fleck, es ist dies die Narbe, d. h. die Stelle, an welcher die Brutknospe ihrer Trägerzelle, Sterigma, aufsaß. Die Sterigmen entspringen aus den Randzellen zu der Zeit, wo dieselben noch teilungsfähig sind, als halbkugelige Zellen; die Brutknospen bilden sich an ihnen durch einen der Sprossung der Hefezellen vergleichbaren Vorgang, und es kann an einem und demselben Sterigma eine größere Zahl Brutknospen gebildet werden. Andererseits können an einem Sterigma auch neue Sterigmen entstehen und so ganze Brutknospenverbände sich bilden. Die Brutknospen sind alle sofort keimfähig; es

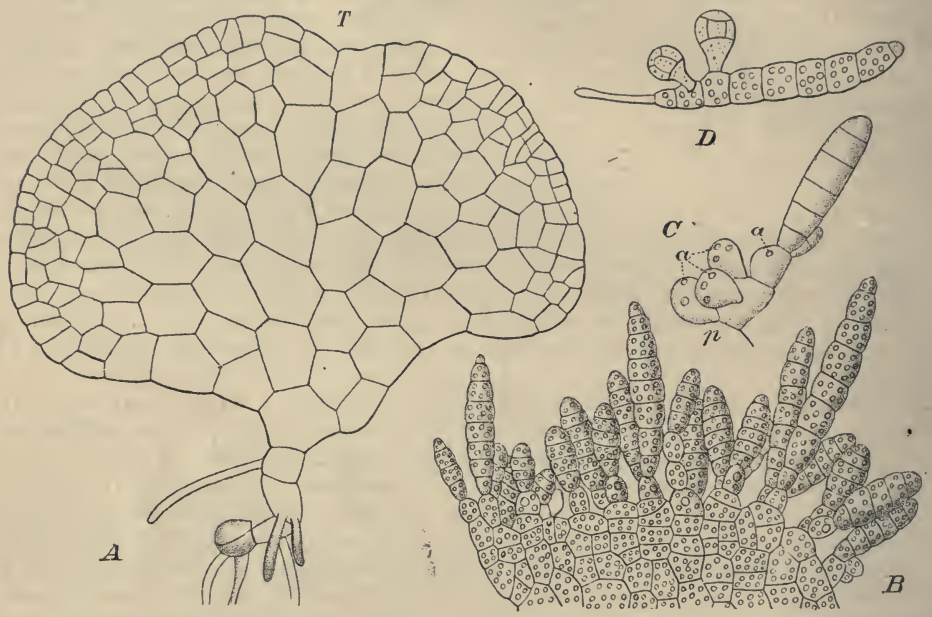


Fig. 13. *A* junges Prothallium von *Vittaria amboinensis* Fée (etwa 150mal vergr.), bei welchem die Verzweigung beginnt; *T* diejenige Stelle des Prothalliumrandes, an welcher das Meristem in den Dauerzustand übergegangen ist. — *B*—*D* Brutknospenbildung von *Vittaria elongata* Sw. (etwa 150mal vergr.). *B* Teil des Randes eines brutknospentragenden Lappens, von der Prothalliumoberseite gesehen; daher ist nur ein Teil der gebildeten Brutknospen sichtbar, die anderen befinden sich auf der Unterseite des Prothalliums. — *C* Prothalliumzelle (*p*) mit 4 Sterigmen, an deren einem noch 2 Brutknospen sitzen, *a* die Ablösungsstellen (Narben) der Brutknospen. — *D* Abgefallene Brutknospe, die aus einer Endzelle eine Haarwurzel, aus zwei Gliederzellen je ein Antheridium gebildet hat. (Nach Goebel.)

geht aus ihnen durch seitliches Auswachsen einer Zelle eine Prothalliumfläche hervor; sehr häufig treten an den Brutknospen ganz direkt Antheridien auf, welche von je einer Brutknospenzelle ihre Entstehung nehmen. (Fig. 13, D).

Auch die Prothallien von *Monogramme paradoxa* Fée bilden Brutknospen, welche sowohl in ihrer äußeren Form als auch ihrer Entstehung nach in der Hauptsache mit denen der *Vittaria* übereinstimmen.

Die Prothallien der Gattung *Anogramme* Link (insbesondere *A. leptophylla* Lk. und *A. chaerophylla* Lk.) zeigen eine weitere sehr wichtige Modification für die Entwickelung der Farnprothallien. Sie bilden nämlich »Knöllchen«, und zwar entweder Fruchtknöllchen (»Fruchtsprosse«, Goebel) oder »Brutknöllchen«, von denen die ersteren allein Archegonien zu tragen vermögen, die letzteren dagegen höchstens zur Antheridienbildung befähigt sind, im wesentlichen aber der vegetativen Vermehrung dienen. Ob die eine oder die andere

Form zur Ausbildung gelangt, hängt von äußeren Umständen ab. Bei Dichtsaaten liefert der größte Teil der Prothallien nur Brutknöllchen, nur einzelne kräftig entwickelte tragen Archegonien. Letztere entstehen dagegen stets bei günstiger Ernährung. Bei der Sporenkeimung von *Anogramme chaerophylla* entsteht ein Zellfaden, der indessen nur wenige Glieder bildet und dann in der bereits bei der Entwickelungsgeschichte des Prothalliums von *Polypodium vulgare* geschilderten Weise in eine Fläche übergeht, wobei sich mitunter eine zweischneidige Scheitelzelle bildet (eine übrigens wie auch bei allen anderen Farnprothallien völlig nebensächliche Erscheinung), welche auch hier niemals lange zu beobachten ist. Sobald die Fläche spatelförmig geworden ist, erhält sie an ihrem vorderen Ende mehr oder weniger meristematische Beschaffenheit in Form des bekannten Randzellenwachstums. Im Verlaufe des weiteren Wachstums entwickelt sich hieraus aber ein »laterales« Meristem von oft recht bedeutender Ausdehnung und veranlasst ein einseitiges Wachstum, infolgedessen die Prothallien nicht wie andere Farnprothallien sich flach ausbreiten, sondern trichterförmig gestalten. Schon vorher aber wird auf der Unterseite des Prothalliums, am unteren Ende des genannten lateralen Meristems der sog. Fruchtspross angelegt, zunächst als ein mit breiter Basis versehener annähernd halbkugelförmiger Höcker, welcher in den Boden eindringt und Archegonien trägt.

Die im Obigen als Brutknöllchen bezeichneten Knöllchen entstehen nicht an einem Meristem, sondern sind völlig adventive Bildungen, welche keine Archegonien tragen, aber für die vegetative Vermehrung von großer Bedeutung sind; sie stellen Dauerzustände, ähnlich den Sklerotien, dar und sind befähigt, nach einer mehr oder weniger langen Ruhezeit wieder flächenartige grüne Prothallien zu entwickeln, aus denen Fruchtsprosse mit Archegonien hervorgehen.

Die Entwickelung der Prothallien von *Anogramme leptophylla* ist eine etwas compliciertere; die Bildung des Fruchtsprosses ist zwar auch auf ein Meristem zurückzuführen, erfolgt aber nicht direkt an dem zur Flächenbildung übergegangenen Prothallium, sondern in der Nähe der Basis desselben entstehen in größerer Anzahl flächenartige Auszweigungen und Adventivsprosse. Aus den jüngsten dieser Auszweigungen geht meistens erst der Fruchtspross hervor, der hier eine beträchtlichere Größe erreicht, als bei *Anogramme chaerophylla* Lk. Auch die Prothallien werden infolge der ausgiebigen Adventivbildungen und Verzweigungen sehr umfangreich; sie gehören zu den größten Farnprothallien und besitzen dementsprechend eine verhältnismäßig große assimilierende Oberfläche, welche ihnen ermöglicht, rasch und in ausgiebigster Weise Reservestoffe in den Fruchtspross zu schaffen. Die Archegonien entwickeln sich nur auf der oberen, dem flächenartigen Teile des Prothalliums zugewendeten Seite des Fruchtsprosses, die Antheridien treten stets nur in der Nähe desselben, sowie auf diesem selbst auf. Behufs der Entstehung des Fruchtsprosses wird eine Gruppe von Zellen, welche in einer Einbuchtung liegt, meristisch. Die einzelnen Zellen dieses jungen Meristems strecken sich nach einiger Zeit senkrecht zur Flächenausbildung des Prothalliums und teilen sich nach den drei Richtungen des Raumes, so dass ein zapfenartiger Auswuchs entsteht. Nach der Anlage desselben findet keine weitere Verzweigung des flächenartigen Prothalliums statt, dasselbe beginnt vielmehr abzusterben oder zeigt seine Lebenskraft höchstens nur noch in der Bildung einiger randbürtigen Adventivsprosse, welche von den Randzellen desselben erzeugt werden und sich später von dem Mutterprothallium loslösen, indem sie ebenso wie dieses an ihrer Basis absterben. Indem nun aber die der Einbuchtung des Prothalliums zugewendete Seite dieses zapfenartigen Auswuchses ein besonders gefördertes Wachstum erfährt, bildet das Zäpfchen sehr bald mit dem Prothallium einen schiefen Winkel und wächst in den Boden hinein, wobei es allmählich in die Gestalt eines eiförmigen Knöllchens übergeht; der Chlorophyllgehalt schwindet dabei mehr und mehr, und das bisher blassgrüne Knöllchen wird sehr bald gelblich. Die inneren Zellen des Knöllchens füllen sich während der Entwickelung allmählich mit Reservestoffen, Stärke und Fett, und gehen zuletzt in den Dauerzustand über. Aus den peripherischen Zellen der Unterseite treten die Haarwurzeln heraus.

Wenn die Archegonien nicht befruchtet werden, so geht — meistens allerdings erst

nach einiger Ruhezeit — aus dem Fruchtspross ein neues mehrlappiges Prothallium hervor, an welchem wieder ein neuer Fruchtspross sich bildet.

Die Brutknöllchen (Adventivknöllchen) werden oft in größerer Anzahl, besonders auf der Unterseite eines im Absterben begriffenen Prothalliums gebildet. Ihre Entstehung ist nicht an ein Meristem gebunden, und es beteiligen sich daher bei derselben auch nie mehr als eine oder höchstens zwei Zellen eines ameristischen Prothalliumstückes. Die Knöllchen haften also an dem Prothallium nur mit sehr kleiner Basis und können daher sehr leicht von ihm abgetrennt werden. Dieselben sind außerdem in gleicher Weise wie diejenigen der vorher beschriebenen Art im stande, in Sclerotien- ähnliche Dauerzustände überzugehen, aus denen sich dann nach einiger Zeit je ein Fruchtspross entwickelt.

Die Fähigkeit der Prothallien der *Anogramme leptophylla*, in der eben beschriebenen Weise zu perennieren, ist aber für die Ökonomie der Pflanze von der größten Bedeutung, da dieselbe in ihrer ungeschlechtlichen Generation einjährig ist und bald nach der Entwickelung der Sporen abstirbt.

Auch bei Arten der nahe verwandten Gattung *Gymnogramme* gehören Adventivsprossungen zu den häufigsten Entwickelungserscheinungen des Prothalliums, z. B. bei *Gymnogramme calomelanos*, *G. sulfurea*, *G. chrysophylla* u. s. w. Besonders die letztere besitzt die Fähigkeit zu solchen Adventivbildungen, welche indessen meist ameristisch bleiben, wohl aber oft Antheridien in größerer Anzahl zu erzeugen im Stande sind.

Außerdem sind randbürtige Adventivsprossungen aus der Fläche der Prothallien noch beobachtet worden an *Notholaena*-Arten, *Allosorus*-Arten (Hofmeister und andere), *Aspidium filix mas* (Pedersen), *Ceratopteris thalictroides* und von mir an mehreren *Asplenum*-Arten. Es ist wohl überhaupt anzunehmen, dass die Bildung von Adventivsprossen eine weit verbreitete Erscheinung in der Entwickelung des Farnprothalliums darstellt. In der Regel scheint bei der Anlage derselben die Zellfläche direct aus einer Zelle des Prothalliumrandes zu entstehen, nur sehr selten aber ein Zellfaden der Flächenbildung vorauszugehen. Nachdem der Adventivspross durch die Entwickelung von Haarwurzeln befähigt worden ist, selbständig die Nahrung aus dem Substrat in sich aufzunehmen, bräunen sich die den neuen Spross mit dem Prothallium verbindenden Zellen und sterben allmählich ganz ab, worauf die Lostrennung des Adventivsprosses erfolgt.

Die Dorsiventralität der Farnprothallien, über welche hier noch einige Worte folgen mögen, ist in den ersten Stadien der Entwickelung, auch beim Beginn der Flächenbildung, noch nicht vorhanden. Vielmehr stehen anfangs — durch den Einfluss der Schwerkraft — die Prothallien vertical, ein Gegensatz der beiden Prothalliumflächen ist hierbei nicht zu beobachten. Später aber sucht die Prothalliumfläche sich senkrecht zur Richtung des einfallenden Lichtstrahles zu stellen, so dass eine beleuchtete und eine Schattenseite, d. h. eine zenithwärts gerichtete Oberseite und eine dem entgegengesetzte Unterseite entsteht. Die Archegonien und die Haarwurzeln werden normaler Weise auf der Unterseite gebildet, weil dies die Schattenseite ist. Die Dorsiventralität des Prothalliums wird allein durch das Licht hervorgerufen. Daher vermag die Schwerkraft auch in keinem Falle eine Umkehrung der beiden Thallusseiten zu bewirken, wohl aber das Licht, wenn dasselbe den Culturen (z. B. in Nährlösung im Uhrgläschen) in entgegengesetzter Richtung zugeführt wird, so dass die bisherige Oberseite zur Schattenseite wird. Alsdann erfolgt die Anlage der Archegonien und Haarwurzeln auf der Oberseite, d. h. aus der ursprünglich zenithwärts gerichteten Prothalliumfläche.

Die Prothalliumentwickelung der Schizaeaceen und Gleicheniaceen scheint, so weit dieselbe mit Sicherheit bekannt ist, im wesentlichen in der oben geschilderten Weise und — mit Ausnahme der Knöllchenbildungen — auch in denselben Modificationen stattzufinden. Das Gleiche gilt auch von dem Prothallium der Cyatheaceen, welches sich nur dadurch unterscheidet, dass sich im Alter borstenförmige, glänzend gelbbraune Haarbildungen auf der Oberfläche entwickeln, welche auch dem unbewaffneten Auge leicht erkennbar sind, aber an allen übrigen Prothallien der Farne (auch an denen der Marattiaceen) fehlen. Die Prothallien der Osmundaceen sind von denen der anderen Eufilicineen

(vielleicht mit Ausnahme derjenigen der Gleichenien) dadurch verschieden, dass sie im Laufe der Entwickelung sich mehr oder weniger körperlich gestalten. Beim Beginne ihres Wachstumes findet man z. B. bei *Osmunda regalis* zunächst die Flächenform, bei anderen Osmundaceen dagegen, so bei *Todea* sowohl, als auch bei *Osmunda cinnamomea* erfolgt häufig auch sofort die Bildung eines Zellkörpers. In dem letzteren Falle kreuzen sich die Teilungswände, welche der ersten in der primären Prothalliumzelle gebildeten Wand nahezu senkrecht aufgesetzt sind, in zwei senkrecht aufeinander stehenden Ebenen, worauf die Aussonderung einer keilförmigen Scheitelzelle und somit die Anlage eines Meristems erfolgt. Das aus demselben sich entwickelnde Gewebepolster bildet sich zu einer vielschichtigen Mittelrippe um, welche die Prothallien der Osmundaceen sehr deutlich charakterisiert; beiderseits ist dieselbe mit zahlreichen Archegonien besetzt. Wenn die letzteren nicht befruchtet werden, wachsen die Prothallien weiter, nach Art der Marchantiaceen, und erreichen oft die Länge von 3,5 cm bei einer Breite von ungefähr 1 cm; nicht selten steigert sich das Längenwachstum bis auf 4, mitunter sogar auch bis auf 5 cm. Außerdem werden bei älteren Prothallien auch Verzweigungen erzeugt, wenn Randzellen seitlich der terminalen Bucht, aber dicht an derselben ein intensiveres Wachstum zeigen, als die Nachbarrandzellen und so zu einem neuen Prothalliumlappen auswachsen. Indem nun dieser Vorgang mehrere Male an einem Prothallium erfolgt, entsteht die gelappte, wellige Form, welche älteren Osmundaceenprothallien eigen ist. Auch Adventivsprosse findet man an älteren Prothallien der Osmundaceen, namentlich in der Nähe der Basis nicht selten. Sie werden infolge des Absterbens der Zellen, welche sie mit dem Mutterprothallium verbinden, frei und können unter günstigen Verhältnissen denselben Entwickelungsgang wie das letztere nehmen. Da die Entwickelung des Osmundaceenprothalliums mehrere Übereinstimmungen mit derjenigen des Marattiaceenprothalliums bietet, so erscheint es richtig, die Darstellung der letzteren gleich an dieser Stelle folgen zu lassen.

Auch bei den Anlagen des Marattiaceenprothalliums können die Zellen sich sowohl zu einer Zellfläche, als zu einem Zellkörper anordnen. In jedem Falle aber, namentlich bei den anfangs flächenartigen Prothallien, welche zuerst erwähnt werden mögen, sondert sich an dem jugendlichen Prothallium ebenfalls eine Scheitelzelle aus, welche der Bildung eines Meristems vorangeht. Das Gewebepolster aber, welches aus dem letzteren hervorgeht, ist bei den Marattiaceen noch kräftiger und mehrschichtiger ausgebildet, als bei den Osmundaceen und wird auch viel früher angelegt, als bei den letzteren. Die Entwickelung der ersten Haarwurzeln erfolgt hier verhältnismäßig spät; dieselben werden niemals braun, auch nicht bei sehr alten Prothallien. Ganz anders gestaltet sich die Anlage der ersten Haarwurzel bei denjenigen Prothallien, welche sofort mit der Bildung eines Zellkörpers beginnen; bei diesen tritt die erste Haarwurzel als bipolare Anlage schon bei der Keimung hervor und wird durch eine Membran von der Prothalliummutterzelle abgegrenzt, kurz nachdem oder bevor sich die primäre Prothalliumzelle geteilt hat. Hierauf schreitet das Prothallium zur Bildung von Octanten vor, so dass das Prothallium schon früh zum Zellkörper wird. Die unteren 4 Octantenzellen nehmen an der weiteren Entwickelung des Prothalliums keinen Anteil, von ihnen entspringen nur noch Haarwurzeln. Die Ausbildung des eigentlichen Prothalliums beruht vielmehr allein auf den oberen 4 Octantenzellen, welche sich im wesentlichen ebenso verhalten, wie die Quadrantenzellen der flächenartigen Vorkeime, wo die Bildung des Meristems ebenfalls nur auf einen Quadranten zurückzuführen ist; so besonders bei *Angiopteris*. Bei den Prothallien von *Marattia* findet man dagegen beide Arten der Entwickelung, sowohl diejenige zum Zellkörper, als auch diejenige zur Zellfläche gleich häufig. Die richtige Erkennung dieser Wachstumsverhältnisse wird erschwert durch das Auftreten von vielfachen Adventivsprossen, welche sich jedoch früher oder später vom Mutterprothallium loslösen. Abgesehen davon zeichnen sich die Marattiaceenvorkeime durch ihre tiefgrüne Farbe vor anderen Farnprothallien aus, sowie durch das halbkugelartig vorspringende Gewebepolster auf der Unterseite, wo Haarwurzeln überhaupt nicht mehr auftreten. Den Untersuchungen über die Entwickelung dieser Farne sind die vielfachen Misserfolge, welche die Culturen liefern, sehr hinderlich.

Es ist daher darauf hinzuweisen, dass durch das Picquieren der Prothallien das Wachstum derselben sehr gefördert wird. Man zerschneidet etwa 8—10 Wochen nach der Aussaat die Prothallien derart, dass jedes der abgeschnittenen Stücke eine oder einige der tief eingeschnittenen Buchten des Prothalliums beibehält, und das Gewebepolster unter die einzelnen Stücke möglichst gleichmäßig verteilt wird. Man erhält alsdann in etwa 6 Wochen die ersten Blätter, während sonst ebensoviele Monate bis zur Entwickelung der ersten Keimpflänzchen vergehen.

Für die Vermehrung der Farne in der gärtnerischen Praxis scheint das Picquieren der Prothallien überhaupt sehr wertvoll zu sein. J. J. Stange berichtet z. B. darüber, dass er die Prothallien von *Lomaria cycadifolia* Bert., *Balantium antarcticum* Pr., *Alsophila australis* Br., *Platycerium grande* J. Sm., *Cibotium princeps* Koch, *Cibotium Schiedei* Schl. und *Cyathea aurea* Kl. & Karst. in 4 Teile zerschnitten habe, worauf ein jeder dieser Teile entweder allmählich die Functionen eines völlig unversehrten Prothalliums erhielt, oder, was häufiger der Fall war, 3—8 adventive Prothalliumsprosse entwickelte, welche allmählich sich loslösten und ein dem Muttersprosse gleiches Wachstum erhielten.

Die Prothallien der Hymenophyllaceen nehmen dagegen einen so eigenartigen Entwickelungsgang, dass es richtiger ist, die eingehendere Darstellung derselben der speciellen Besprechung dieser Farnfamilie vorzubehalten.

β) Die Antheridien.

Die äußere Form der Antheridien ist eine z. T. sehr verschiedene; meistens ragen sie über das Prothallium hervor und sind dann mehr oder weniger halbkugelig, manchmal sind sie auch fast vollständig in das Gewebe des Prothalliums eingesenkt.

Einen der einfachsten Fälle der Entwickelung bieten die Antheridien von *Aneimia hirta*. Die bei der Reife mehr oder weniger halbkugeligen Antheridien dieser Farnspecies (Fig. 14, *IV*) bestehen aus 3 Chlorophyll führenden Wandzellen: aus der flachen, cylindrischen Stielzelle (*st*), einer ihr aufgesetzten, verhältnismäßig sehr hohen Ringzelle (*rg*) und einer Deckelzelle (*dz*) von der Form eines Kugelabschnittes. Der von diesen Zellen umgebene Raum wird von den Spermatozoïden-Mutterzellen erfüllt. Bei der Anlage des Antheridiums wölbt sich die Außenwand einer Prothalliumzelle blasig hervor zu einer Ausstülpung, welche durch eine zur Prothalliumfläche parallele Wand abgeschieden und direct zur Mutterzelle des Antheridiums wird. In derselben wird nun durch eine zur vorhergehenden parallele Wand eine sehr schmale Stielzelle (Fig. 14, *I* und *II*, *st*) gebildet, welcher sich eine nach außen gewölbte, uhrglasförmige Scheidewand aufsetzt, so dass eine innere Zelle, die Centralzelle, (Fig. 14, *I*, *cz*) d. h. die Mutterzelle des spermatogenen Zellcomplexes von einer dieselben bedeckenden, flach glockenförmigen Zelle (*gz*) abgeschieden wird. Diese beiden Zellen wölben sich nun weiter gemeinschaftlich nach außen, bis die Centralzelle etwa die Form einer Halbkugel erlangt hat; alsdann entsteht in der oberen, glockenförmigen Zelle eine nach oben sich erweiternde trichterartige Scheidewand (Fig. 14, *III*, *tt*), durch welche eine Deckelzelle (Fig. 14, *III—V*, *dz*) von einer hohlcylindrischen Ringzelle (Fig. 14, *III—IV*, *rg*) abgetrennt wird. Das Antheridium besteht demnach in diesem Zustande (Fig. 14, *III*) aus der Stielzelle (*st*), der Ringzelle (*rg*), der Deckelzelle (*dz*) und der von diesen umgebenen Centralzelle, welche letztere sich nun weiterhin noch segmentiert und schließlich in die Spermatozoïden-Mutterzellen (Fig. 14, *IV*) zerfällt. Diese runden sich nun allmählich ab und entwickeln (mitunter erst außerhalb des Antheridiums) die Spermatozoïden (man vergl. unten). Die Entleerung des Antheridiums erfolgt stets durch einen unregelmäßigen Riss in der Deckelzelle (Fig. 12, *v*).

Diesen Entwickelungsgang nehmen häufig auch die Antheridien der übrigen homosporen Leptosporangiaten, oft jedoch mit der Modification, wie z. B. bei den Polypodiaceen, dass an Stelle einer Ringzelle, zwei auftreten (z. B. *Pteris serrulata*, *Gymnogramme*- und *Asplenum*-Arten). Dieselben entwickeln sich alsdann stets succedan, der Art dass

von der halbkugeligen Antheridium-Anlage durch eine in derselben auftretende, trichterförmige Scheidewand zuerst die untere Ringzelle abgetrennt wird, worauf erst nach oben hin eine Glockenzelle abgeschieden wird, welche sich dann in gleicher Weise wie bei *Aneimia hirta* in eine Deckelzelle und eine (hier also die zweite) Ringzelle differenziert. Die Ausbildung einer Stielzelle unterbleibt bei dieser Modification der Antheridium-Entwickelung nicht selten (z. B. bei *Pteris serrulata*, *Gymnogramme sulfurea*).

In einigen Fällen findet sich noch eine dritte Ringzelle, in anderen dagegen differenciert sich die Wandung des Antheridiums kaum bis zur Bildung einer Deckelzelle. Am meisten weichen in der äußeren Form die Antheridien von *Ceratopteris* ab, welche sich auch in reifem Zustande nur sehr wenig emporwölben; aber auch bei ihnen lassen sich außer einer Centralzelle (resp. dem spermatogenen Innenraum) noch eine Stielzelle, Ring-

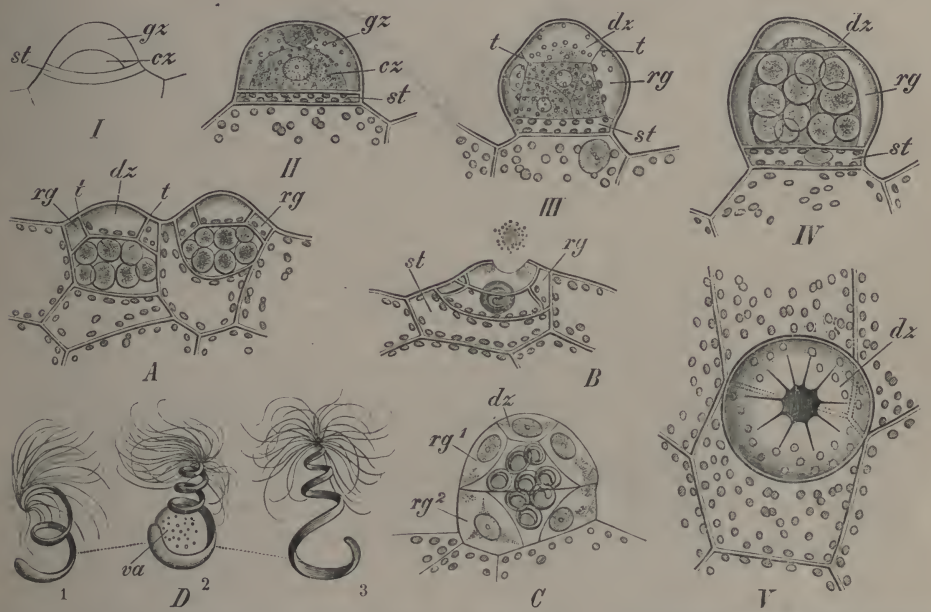


Fig. 14. Antheridien und Spermatozoïden der Farnkräuter. *I—V* Aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien des Antheridiums von *Aneimia hirta* Sw.; *cz* die Centralzelle des Antheridiums; *st* die Stielzelle, *gz* die Glockenzelle, welche bei *I* und *II* noch ungeteilt und deutlich erkennbar ist, bei *III* dagegen durch die trichterförmige Scheidewand *tt* in die Deckelzelle *dz* und die Ringzelle *rg* zerfallen ist. *A—B* Antheridium von *Ceratopteris thalictroïdes* Brongn. *A* zwei noch nicht geöffnete Antheridien, in der Centralzelle die kugeligen Spermatozoïden-Mutterzellen; Ringzelle, Deckelzelle u. s. w. mit denselben Buchstaben bezeichnet wie bei *Aneimia*. *B* ein schon geöffnetes Antheridium, im Inneren desselben ist eine Spermatozoïden-Mutterzelle mit schon entwickeltem Spermatozoïd zurückgeblieben. *C* Antheridium von *Gymnogramme sulfurea* Desv., die zwei Ringzellen rg_1 und rg_2, sehr deutlich ausgebildet, eine Stielzelle ist nicht zur Entwickelung gekommen. *I—V* und *A—B* nach Kny, *C* Original. Vergr. 250. *D* ausgebildete Spermatozoïden, D_1 von *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, D_2 und D_3 von *Gymnogramme sulfurea* Desv., *va* die körnerführende Blase. Vergr. 620. (Original.)

zelle und Deckelzelle (Fig. 14, *A*, *B*) unterscheiden. Auch die Antheridien der *Osmundaceen* weichen in der Bildung der Wandung etwas ab, ebenso auch diejenigen der *Hymenophyllaceen*, aber wesentlicher Natur sind diese Abweichungen nicht.

Die Antheridien der *Marattiaceen* zeigen dagegen mehrere Abweichungen; sie werden bei den flächenförmigen Prothallien nie am Rande derselben, sondern entweder auf der Unterseite oder auf der Oberseite gebildet, vorzugsweise aber auf dem Gewebepolster der Unterseite. Sie treten weder bei den flächenförmigen, noch bei den körperlichen Prothallien halbkugelig hervor, sondern sind dem Gewebe eingebettet. Bei ihrer Entstehung teilt sich eine Außenzelle des Prothalliums durch eine horizontale Wand in eine äußere, niedrige Deckelzelle und eine innere, größere Centralzelle (Urmutterzelle des Spermatozoïden); die umgebenden Zellen des Prothalliums erleiden hierbei beigeordnete Teilungen, durch welche die Wand des Antheridiums entsteht. Die Deckelzelle zerfällt

durch eine zur Vorkeimfläche verticale, sanft gebogene Wand in zwei ungleiche Schwesterzellen, von denen die kleinere sich wieder in gleicher Weise teilt; aus der letzteren endlich wird durch eine dritte Wand die Spitze des vorher entstandenen gleichschenkligen Dreiecks als kleineres Dreieck abgeschieden. Diese dadurch entstandene mittlere (jüngste) Zelle wird beim Austritte der Spermatozoïden durchbrochen, während die anderen drei Zellen noch unregelmäßige Teilungen erfahren. Die Centralzelle zerfällt durch unregelmäßige Teilungen übers Kreuz in eine große Anzahl zuletzt sich abrundender Spermatozoïden-Mutterzellen.

Die **Spermatozoïden** der Farne sind mehr oder weniger spiralig gewundene Körper (Fig. 14, *D*), welche am vorderen Ende Geißeln tragen; durch diese wird die Bewegung der Spermatozoïden hervorgebracht. Das Spermatozoïd entsteht aus dem Inhalte der Spermatozoïden-Mutterzelle, wobei ein Teil desselben (Fig. 14, *C*) eine mehr oder weniger uhrfederartige, spiralig gekrümmte Form annimmt; aber nur die hinteren Windungen des Spermatozoïds enthalten den Zellkern, die vorderen Windungen nebst den Geißeln (Cilien) bestehen dagegen aus dem Plasma, wobei die letzteren in Form von Auswüchsen an dem vorderen Ende des in der Entwickelung begriffenen Spermatozoïds sich bilden und von ihrer Basis auswachsen (Belajeff, Strasburger). Anfangs findet man am vorderen Ende des Spermatozoïds nicht selten eine Blase (*va*), welche den Spermatozoïden vieler Pteridophyten an der inneren Seite der spiraligen Windungen noch anhaftet und Stärkekörner enthält (man vergl. auch die Spermatozoïden der Equiseten). Darauf oder fast gleichzeitig hiermit quillt infolge von Wasseraufnahme die Membran der Spermatozoïden-Mutterzellen — sei es innerhalb oder außerhalb des Antheridiums — ganz erheblich auf und wird gänzlich aufgelöst. In der Regel ist zu dieser Zeit der Entwickelung auch der Deckel des Antheridiums durch die Wasseraufnahme, welche das ganze Organ erfahren hat, zersprengt worden und der Inhalt herausgetreten. Die freigewordenen Spermatozoïden wirbeln alsdann im Wasser meist mit außerordentlicher Schnelligkeit umher. Behufs der genaueren Beobachtung der in den Spermatozoïden-Mutterzellen stattfindenden Vorgänge ist die Fixierung der Objecte durch Chromameisensäure in der neueren Zeit mit Vorteil versucht worden; bei Alkoholpräparaten gelangt man indessen zu gleichen Resultaten, wenn man die Objecte einige Stunden mit 0,3 % Salzsäure behandelt und dann wieder in Alkohol bringt. Tingiert man nun mit dem Gemisch einer roten und blauen Farbstofflösung, so nehmen die nucleïnhaltigen Bestandteile des Zellinhaltes (also das Kerngerüst) den blauen, die nucleïnfreien Teile dagegen (Zellplasma und Nucleolus) den roten Farbstoff auf, und man hat daher auch die kyanophilen und die erythrophilen Bestandteile unterschieden.

γ) Die Archegonien.

Die weiblichen Organe, die Archegonien, haben zwar nicht die ausgeprägte flaschenförmige Gestalt, welche bei denen der Muscineen vorherrscht, jedoch lässt sich auch bei ihnen ein Hals- und Bauchteil erkennen. In dem von dem Prothallium vollständig eingeschlossenen Archegonienbauche liegt — wie bei den Moosen — die Embryonalzelle, das Ei. Der mehr oder weniger cylindrische Halsteil des Archegoniums wird aus 4 äußeren Zellreihen zusammengesetzt, welche die centralen Zellen, die Kanalzellen umgeben. Letztere werden von zwei Zellen gebildet, welche ihrer Lage und Entstehung nach die Halskanalzelle (Fig. 15, *hkz*) und die Bauchkanalzelle (*bkz*) darstellen. Die Entwickelung des Archegoniums, insbesondere auch die Entstehung der Halskanalzelle und der Bauchkanalzelle ist im ganzen Gebiete der Pteridophyten in den Hauptzügen dieselbe, und die Übereinstimmung erstreckt sich auch einerseits auf die Muscineen, andererseits auf die Gymnospermen.

Die Bildung der Archegonien wird dadurch eingeleitet, dass am Meristem des Prothalliums eine der oberflächlichen Zellen desselben sich — unter gleichzeitiger, substanzieller Differenzierung — durch eine zur Außenseite parallele Wand teilt, wodurch die Mutterzelle der Halsperipherie (*h*) und die Mutterzelle der centralen Zellreihe (*mc*) gebildet wird. Die erstere wird darauf in vier annähernd gleich große, kreuzweise liegende

Zellen zerlegt, welche die Mutterzellen der vier, die cylindrische Halsperipherie bildenden (in manchen Fällen allerdings nur sehr kurzen) Zellstränge darstellen. Dieselben zerfallen in ihrem ausgebildeten Zustande je nach der Länge des Archegoniumhalses in eine mehr oder weniger große Anzahl von Zellen. Die Mutterzelle der gleichzeitig centralen Zellreihe (*mc*) dagegen stülpt sich mit der Entwickelung des Halses (Fig. 15, *I* und *II*) aus und zwängt sich zwischen die in der Teilung begriffenen Halszellen. Darauf wird

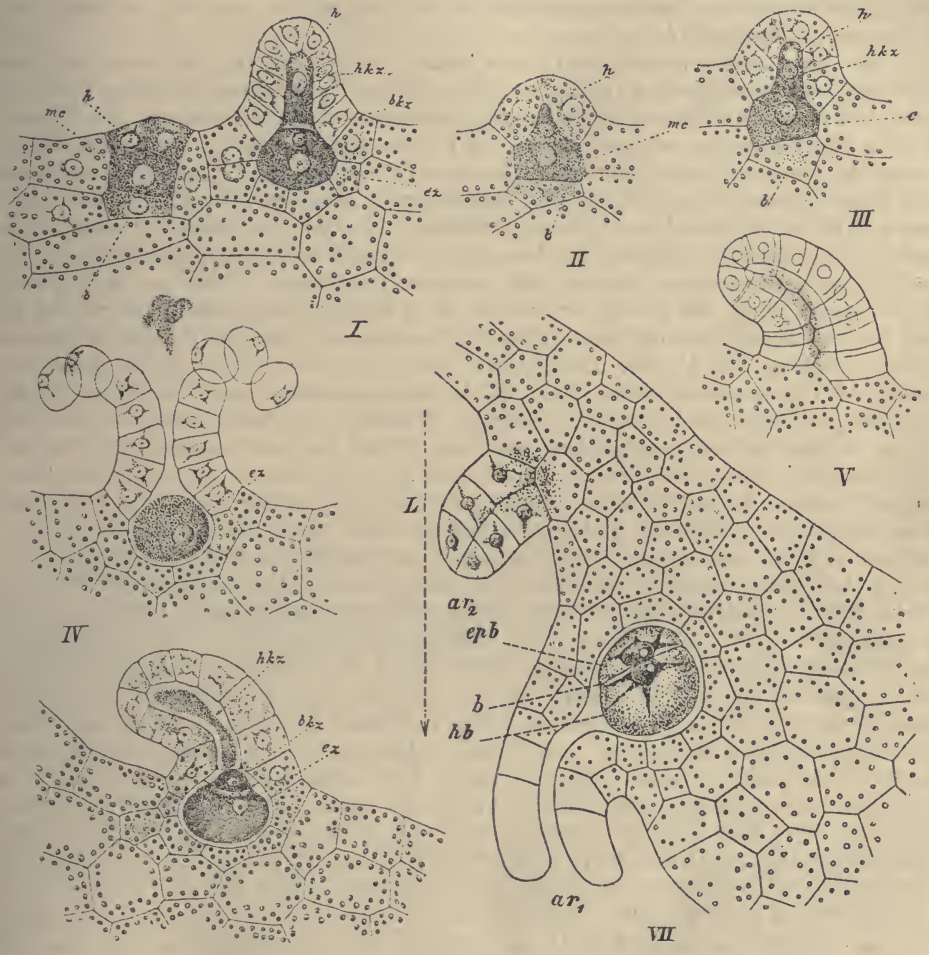


Fig. 15. Archegonien. *I—IV* Entwickelung des Archegoniums von *Osmunda regalis*. — *h* die Halsperipherie, *mc* die Mutterzelle der centralen Zellreihe, *b* die Basalzelle, *c* die Centralzelle, *hkz* die Halskanalzelle, *bkz* die Bauchkanalzelle, *ez* die Embryonalzelle. *IV* ein geöffnetes Archegonium. *V* Ein ausgebildetes, aber noch nicht geöffnetes Archegonium von *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn; Oberflächenansicht. *VI* Medianer Längsschnitt desselben Archegoniums, die Abtrennung der Bauchkanalzelle von der Embryonalzelle darstellend (die Bezeichnungen wie bei *I—IV*). *VII* Ein Prothallinmstück von *Polypodium vulgare* L. im Querschnitte, mit zwei Archegonien; in dem einen derselben bereits ein junger 2zelliger Embryo. Vergr. 250. (Original.)

die Ausstülpung durch eine Querwand als selbständige Zelle abgetrennt und wächst nun mit dem Halse weiter, den Innenraum desselben in seiner ganzen Länge ausfüllend (Fig. 15, *I—III*). Es ist dies die Halskanalzelle (*hkz*), welche sich — im Gegensatze zu den Moosen — nicht in mehrere Halskanalzellen teilt. Die bei der Abtrennung der Halskanalzelle im Inneren zurückbleibende größere Zelle, die Centralzelle (*c*), teilt sich noch

in zwei Zellen, nämlich eine kleinere, dem Halse zu gelegene Zelle, die Bauchkanalzelle (*bkz*) und eine größere, im Archegoniumbauche selbst liegende, die Embryonalzelle (*ez*, Fig. 15, *I* und *VI*). Es ist also somit aus der ursprünglichen Centralzelle eine dreizellige axile Reihe entstanden.

Der Archegoniumhals der *Marattiaceen* ist sehr kurz und tritt nur teilweise, höchstens mit den zwei oberen Zellen der Halsreihen über die Oberfläche des Prothalliums hervor. Der Bauch des Archegoniums ist vollständig in das Prothallium eingesenkt, und die Zellen, welche den Bauch umgeben, teilen sich derart, dass rund um den Bauch eine Hülle von tafelförmigen Zellen entsteht.

Die Farne bieten vorzügliche Objecte behufs der Beobachtung der beim Öffnen des Archegoniums stattfindenden Vorgänge, welche, bis auf einzelne unwesentliche Verschiedenheiten im ganzen Gebiete der Pteridophyten übereinstimmend verlaufen. Die Inhaltsmassen der Kanalzellen erfahren zwar keine Volumenzunahme (wie z. B. die Membranen derselben, man vergl. unten), aber die Kerne dieser Zellen werden zu einer schleimig-körnigen Masse degeneriert, welche bei einer Mischung von roten und blauen Farbstofflösungen tief dunkelblau gefärbt wird; die Kerne der Kanalzellen sind also offenbar kyanophil. Die anfangs verhältnismäßig dünnen Membranen der beiden Kanalzellen quellen dagegen allmählich recht erheblich auf, werden bald gallertartig und gehen endlich in eine homogene Schleimmasse über. Bei Zutritt von Wasser quillt dieselbe sehr schnell noch weiter auf und bewirkt dadurch das oft ziemlich rapide Auseinanderweichen der 4 Zellen der Archegoniummündung (Fig. 15, IV). Der gesamte Inhalt des Halses, d. h. also die Halskanalzelle und die Bauchkanalzelle, beide in der oben beschriebenen veränderten Form, brechen nun aus dem Archegonium hervor. Die körnigen Inhaltsmassen werden dabei mitunter ziemlich weit geschleudert; sie haben für die weiteren Vorgänge keine Bedeutung mehr und gehen zu Grunde. Anfangs werden dieselben noch etwas von dem mit ihnen zugleich ausgestoßenen Schleime umgeben, welcher sich strahlenartig vor der Mündung des Archegoniums ausbreitet und augenscheinlich dazu dient, die Spermatozoïden einzufangen. Es ist im höchsten Grade wahrscheinlich, dass dieser Schleim Äpfelsäure enthält, welche ein specifisches Reizmittel für die Spermatozoïden der Farne ist (Pfeffer). Sowie Spermatozoïden in die Nähe der Archegoniummündung gelangen, richten sie ihre Bewegung darauf hin und dringen in den Halskanal ein, genau wie — bei den vielfachen behufs der Beantwortung dieser Fragen ausgeführten Experimenten — in eine Capillare, die Traganthschleim mit Äpfelsäure enthält. Der aus dem Archegonium ausgetretene Schleim wirkt selbst — d. h. ohne die in ihm enthaltene Äpfelsäure — nicht anziehend, nichts destoweniger aber ist er von Vorteil, indem er die Bewegungen der Spermatozoïden verlangsamt, wodurch erreicht wird, dass diese präciser einschwärmen, als stürmisch heraneilende, welche durch das Anprallen an den engen Hals des Archegoniums leicht von ihrer Bahn abgelenkt werden. Auch für die Spermatozoïden der untersuchten *Selaginella*-Arten zeigte Äpfelsäure eine gleiche Anziehungskraft; auf die Spermatozoïden von *Marsilia* übte dagegen weder Äpfelsäure, noch eine andere der verbreiteteren organischen Säuren eine Wirkung. Dass der aus dem Archegonium ausgestoßene Schleim aber ein Quellungsprodukt der Membran, nicht aber des Kanalzellenplasmas ist, lässt sich auf mehrfache Weise erkennen. Bei Behandlung eines bereits geöffneten Archegoniums mit Alkohol wandern die ausgestoßenen schleimig-körnigen Inhaltsmassen in den Kanal zurück, eine Folge des sich nun contrahierenden Schleimes, welcher anfangs die körnigen Inhaltsmassen auch außerhalb des Kanales umgiebt. Auch der folgende Nachweis ist erwähnenswert. Bringt man unverletzte Archegonien in Alkohol und lässt nach einiger Zeit successive Wasser hinzutreten, so werden die Kanalzellenwände beträchtlich dicker, die Contouren derselben bleiben wohl noch einige Zeit lang kenntlich, aber schließlich geht die gequollene Masse in eine structurlose Gallerte über, deren Brechungsvermögen nahezu gleich dem des Wassers ist. Dass hier die Bildung des Schleimes auf eine Quellung der Kanalzellenwände, also der Membran zurückzuführen ist, bedarf keiner weiteren Erörterung.

Nach der Bildung der Bauchkanalzelle rundet sich die Embryonalzelle (das Ei),

welche allein im Inneren des Archegoniumbauches zurückbleibt, ab und erhält oft ziemlich deutlich an der Stelle, an welcher sich die Bauchkanalzelle von ihr abgeschieden hat, einen hellen Fleck, den man mit Empfängnisfleck bezeichnet. Während dieser Vorgänge bleibt der Zellkern in der Embryonalzelle erhalten, dieselbe ist nun zur Empfängnis bereit. Der Kern enthält ein Plastinnetzwerk, in welchem das Nucleïn nur in verschwindend geringen Mengen vorhanden ist. Daher erscheint der Kern bei Anwendung von Doppelfärbungen rot und ist — im Gegensatze zu den Spermatozoïden — erythrophil; indessen lässt sich bei genauer Vergleichung benachbarter Schnitte constatieren, dass, wenn auch nur äußerst spärlich, doch auch blaue Elemente darin enthalten sind. Eine vollständige Übereinstimmung hiermit finden wir auch bei den höheren Tieren (Vertebraten); die weiblichen Sexualzellen derselben sind nach Auerbach ebenfalls erythrophil, also nucleïnfrei (resp. nucleïnarm), die männlichen dagegen kyanophil, also nucleïnhaltig. Bei dem Hereinkriechen in den sehr zähen Schleim, welcher von der Archegoniummündung sich ausbreitet, streifen die Spermatozoïden ihre Blase ab und zeigen eine sehr deutliche Streckung ihres Körpers. In den tieferen Teilen des Halskanales bewegen sich die Spermatozoïden etwas schneller, die Verschmelzung mit dem Ei erfolgt an dem hyalinen Empfängnisflecke, in welchen die Spermatozoïden in analoger Weise eindringen, wie in weiche Gelatine, die unter Zusatz von etwas Äpfelsäure bereitet wurde. Nach Campbell (Untersuchungen über *Osmunda*) dringt bei der Befruchtung ein Spermatozoïd an dem Empfängnisflecke in die Eizelle ein; der Kern derselben wandert zu gleicher Zeit in der Richtung nach dem Archegoniumhalse hin, und das Spermatozoid lehnt sich an den Eikern heran, der dann wieder mit dem Spermatozoid nach dem Centrum der Eizelle zurückwandert, worauf erst die Vereinigung stattfindet. Das Ei umgiebt sich zu gleicher Zeit mit einer Membran, welche den Eintritt weiterer Spermatozoïden verhindert.

b) Die Anlage und Entwickelung des Embryo.

Wichtigste Litteratur. Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen. Leipzig, 1851. — Ders., Beiträge zur Kenntnis der Gefäßkryptogamen. (Abh. d. Kgl. Sächs. Ges. d. W. z. Leipzig, 1852). — Sachs, Lehrb. d. Bot. — L. Kny, Die Entwickelung der Parkeriaceen, dargestellt an *Ceratopteris thalictroides* Brongn. (Nov. acta. Acad. Leop., Bd. XXXVII). — Ed. v. Janczewsky et J. v. Rostafinski, Note sur le prothalle de *l'Hymenophyllum tunbridgense.* (Mém. d. l. soc. d. sc. nat. d. Cherbourg, 1875). — Kienitz-Gerloff, Über den genetischen Zusammenbang der Moose mit den Gefäßkryptogamen und Phanerogamen. (Bot. Ztg. 1876). — Ders., Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Laubmooskapsel und die Embryoentwickelung einiger Polypodiaceen (Bot. Ztg. 1878). — F. Vouk, Die Entwickelung des Embryo von *Asplenum Shepherdi.* (Sitzber. d. K. K. Ak. d. Wiss. Wien LXXVI, 1878). — Leitgeb, Zur Embryologie der Farne. (Sitzber. d. K. K. Ak. d. Wiss. LXXVII, 1878). — Ders., Studien über die Entwickelung der Farne. (Sitzber. d. K. K. Ak. d. Wiss. LXXX, 1879). — Luerssen, Handbuch der system. Bot. I. Leipzig, 1878. — R. Sadebeck, Kritische Aphorismen über die Entwickelungsgeschichte der höheren Kryptogamen. (Abh. d. Naturw. Ver. z. Hamburg, 1879). — Ders., Die Gefäßkryptogamen. (In Schenk's Handbuch der Bot., Breslau, 1879). — Goebel, Zur Embryologie der Archegoniaten. (Arb. d. Bot. Inst. z. Würzburg, 1880). — Ders., Grundzüge der Systematik u. s. w. (Rev. d. 4. Aufl. v. Sachs, Lehrb. d. Bot., 1881). — Heinricher, Beeinflusst das Licht die Organanlage am Farnembryo? (Mitt. d. Bot. Inst. z. Graz. II). — Campbell, Die Entwickelung des Prothalliums und des Embryo von *Osmunda claytoniana* und *O. cinnamomea* L. (Ann. of Bot. VI., 1892). — Ders., Observations on the development of *Marattia Douglasii* Bak. (Ann. of Bot. VIII, 1894). — J. B. Farmer, On the Embryogeny of *Angiopteris evecta* Hoffm. (Ann. of Bot. VI. 1891). — E. H. Jonkman, Embryogenie von *Angiopteris* und *Marattia.* (Ann. of Bot. VIII. 1894).

Der durch die Aufnahme des Spermatozoïds substantiell umgewandelte Kern der Eizelle teilt sich nach einiger Zeit (bei *Marsilia* meist schon nach etwa 10 Stunden) und leitet somit die ebenfalls alsbald (bei *Marsilia* nach 12 Stunden) erfolgende Zweiteilung des Embryos ein (Fig. 15, *VII*). Die erste Teilungswand, welche bei allen leptosporangiaten *Filicales* annähernd parallel zur Achse des Archegoniums verläuft (bei den Marattiaceen steht sie fast senkrecht zur Archegoniumachse), bezeichnet man als

»Basalwand«. Mit dem weiteren Wachstume wird nun jede der beiden Embryohälften durch Teilungswände, welche sowohl untereinander, als auch zur Basalwand rechtwinkelig ansetzen, in 4 annähernd gleich große Zellen, und der ganze Embryo daher in 8 Zellen, Octanten, geteilt. Die die Octanten bildenden Teilungswände werden als »Transversalwand« und »Medianwand« bezeichnet, und zwar als Transversalwand diejenige, welche — man vergl. unten — kurz ausgedrückt, in der epibasalen Embryohälfte den Stamm vom Kotyledon, in der hypobasalen Hälfte dagegen die Wurzel von dem Fuße trennt. Ein Gesetz in der Aufeinanderfolge der Transversal- und Medianwände ist nicht vorhanden; in vielen Fällen ist die Transversalwand die erste, in anderen Fällen dagegen, so z. B. namentlich bei *Asplenum Shepherdi,* wird nach den Untersuchungen Vouk's die Transversalwand meist später als die Medianwand angelegt. Abgesehen von einigen unwesentlichen Abweichungen findet dieser Wachstums- und Teilungsmodus des jungen Embryo im ganzen Gebiete der Pteridophyten in völlig übereinstimmender Weise statt. Man kann daher die erste Entwickelung des Embryo der Farne in einem Schema bildlich darstellen; dasselbe veranschaulicht (Fig. 16) im wesentlichen zugleich auch die Embryoentwickelung sämtlicher Pteridophyten. In vielen, aber bei weitem nicht in allen Fällen,

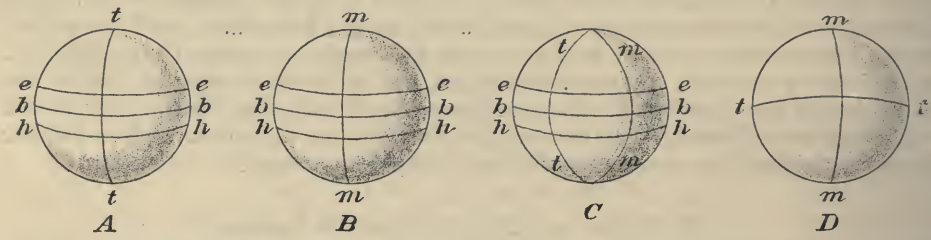


Fig. 16. Schema eines als Kugel gedachten Embryos der Farne, welcher das Entwickelungsstadium der Octanten erreicht und das epibasale und das hypobasale Glied angelegt hat. — *b* die Basalwand, *t* die Transversalwand, *m* die Medianwand, *e—b* Das epibasale Glied, *h—b* das hypobasale Glied. *A* Seitenansicht, erhalten durch Längsschnitte, welche in der Richtung der Achse und senkrecht zur Prothalliumfläche geführt sind. Die Medianwand *m* ist hierbei nicht sichtbar, da sie parallel zur Ebene des Papieres liegt. — *B* die Front- oder Rückenansicht, 90° gegen *A* gedreht, die Basalwand in derselben Lage wie bei *A*; an Stelle der Transversalwand ist nun die Medianwand sichtbar, während die Transversalwand parallel zur Ebene des Papieres liegt. — *C* halbe Seiten-, halbe Frontansicht, gegen die Schemata *A* nnd *B* um 45° gedreht, so dass die Transversalwand und die Medianwand zugleich sichtbar sind, die Basalwand hat dieselbe Lage wie bei *A* nnd *B*. — *D* Oberflächenansicht von oben, resp. von unten. Nur die Transversalwand und die Medianwand sind sichtbar; die Basalwand liegt parallel znr Ebene des Papieres, ist also nicht sichtbar. — (Original.)

wird nach der Bildung der Octanten in jedem derselben eine an die Basalwand angrenzende, schmale Zelle abgeschnitten, so dass in jeder Embryohälfte eine Querscheibe von 4 Zellen entsteht. Die in der oberen Embryohälfte gebildete Querscheibe bezeichnet man als das epibasale, die in der unteren gebildete als das hypobasale Glied, und dementsprechend auch die ganze obere Embryohälfte als die epibasale, die untere dagegen als die hypobasale. Hierauf erfolgt sehr bald die weitere Differenzierung des epibasalen und hypobasalen Gliedes, welche in beiden in übereinstimmender Weise vor sich geht. Es wird im Centrum ein aus 8 inneren Zellen bestehendes Prisma gebildet; die dadurch abgegrenzten peripherischen Zellen werden darauf durch antikline und perikline Teilungswände mehrfach zerklüftet und liefern in der späteren Entwickelung das Rindengewebe, während die inneren 8 Zellen die Urmutterzellen des axilen Stranggewebes bilden. (In Fig. 17, *D*) treten die peripherischen, das äußere Rindengewebe darstellenden Zellen noch deutlich hervor, während die Urmutterzellen des axilen Stranggewebes bereits weitere Teilungen erfahren haben.*)

*) Auch die Querschnitte des epibasalen Gliedes des Embryos von *Selaginella* (man vergl. bei der speciellen Darstellung) zeigen eine vollständige Übereinstimmung mit denen der Farne (Fig. 17 *D*), während bei den Schachtelhalmen die Bildung des epibasalen Gliedes selbst sehr unregelmäßig erfolgt oder gänzlich unterbleibt, wie z. B. in den beiden den Kotyledon erzeugenden Octanten; in der hypobasalen Hälfte dagegen findet auch bei den

Gleichzeitig mit der Entwickelung des epibasalen und des hypobasalen Gliedes finden die Anlagen der einzelnen Vegetationsorgane statt. In der epibasalen Hälfte, welche durch die Transversalwand in zwei obere und zwei untere Octanten zerlegt wird, entwickelt sich nun aus einem der beiden oberen Octanten der Stamm, während der andere dieser beiden Octanten entweder den zweiten Kotyledon erzeugt (z. B. *Marsilia* und viele Polypodiaceen) oder in der Bildung von Trichomen aufgeht (*Ceratopteris*, man vergl. auch bei der Darstellung über die Embryoentwickelung von *Salvinia*). Der nächste Teilungsschritt, der bei dem weiteren Wachstume dieser beiden Octanten vor sich geht, besteht in beiden ziemlich übereinstimmend darin, dass eine antikline Teilungswand auftritt, welche entweder der Transversalwand oder der Medianwand annähernd parallel ist. Es wird dadurch in dem Stammoctanten sowohl, als in seinem Nachbar eine Zelle herausgeschnitten, welche eine einem Kugeloctanten ähnliche, umgekehrte Kugelpyramide darstellt. Hat nun diese im Stammoctanten erfolgte antikline Teilungswand eine der Transversalwand parallele Richtung genommen, so folgt derselben eine der Medianwand parallele Antikline, im anderen Falle tritt die umgekehrte Reihenfolge ein. Da die letzte Teilungswand aber stets einer der vorhergehenden parallel verläuft, der Stammscheitel aber bei seinem Wachstume keine Gestaltsveränderung erfährt, so behält die die Spitze des Stammscheitels einnehmende Zelle trotz der in derselben erfolgenden Zellteilungen stetig die Form einer umgekehrten Kugelpyramide. Dieser dem Wachstume des Stammes fortdauernd folgende Teilungsmodus, welcher in der eben dargestellten Weise eingeleitet worden ist, wird ganz allgemein als dreiseitige Segmentierung bezeichnet, die an der Spitze des Scheitels befindliche, einer Kugelpyramide ähnliche Zelle dagegen als Scheitelzelle, über deren Bedeutung für das Wachstum der Pflanzenorgane man auf S. 5 vergleichen wolle.

Der zweite der beiden oberen Octanten, welcher anfangs noch dieselben Teilungen erfährt wie der Stammoctant, bleibt oft in seinem Wachstume sehr zurück und entwickelt aus seinen peripherischen Zellen nur Haarbildungen (*Ceratopteris*, man vergl. auch *Salvinia*). Wenn jedoch dieser Octant die Ausbildung des zweiten Keimblattes übernimmt, so schreitet das Wachstum desselben schneller fort, als das des Stammoctanten und führt sehr bald zur Anlage und Entwickelung der Blattfläche (viele *Polypodiaceae*, *Marsilia*). Aus den beiden unteren Octanten der epibasalen Embryohälfte entwickelt sich stets das erste Keimblatt, der Kotyledon. (Fig. 17, *B* und *C*). Dem ersten Wachstume desselben folgen alsbald reichliche Zellteilungen, deren Teilungsmodus im wesentlichen darin besteht, dass in den jüngsten Teilen des wachsenden Organes antikline und perikline Teilungswände in abwechselnder Aufeinanderfolge ansetzen, in gleicher Weise, wie bei dem sog. Randzellenwachstume (man vergl. bei »Blatt«).

In der hypobasalen Embryohälfte, in welcher, wie oben bereits mitgeteilt wurde, durch die Transversalwand ebenfalls zwei obere und zwei untere Octanten geschieden werden, erzeugen die beiden oberen den Fuß, aus einem der unteren geht die erste Wurzel hervor, während der andere durch seinen Nachbar allmählich entweder gänzlich unterdrückt wird oder sich auch mit bei der Bildung des Fußes beteiligt. Bei der Anlage des Fußes treten in den beiden oberen Octanten zwar Zellteilungen auf, deren Wände im allgemeinen zwar auf einander senkrecht stehen und nach allen drei Richtungen des Raumes ansetzen; aber auch im weiteren Verlaufe der Entwickelung finden hier keine Differenzierungen statt. Beide Octanten bilden schließlich einen im Verhältnisse zu den übrigen Octanten großzelligen Gewebekörper, dessen peripherische Zellen sich mehr oder weniger abrunden. Bei der Bildung des Fußes beteiligt sich wahrscheinlich in der Regel auch das hypobasale Glied (Fig. 17, *B*).

Equiseten die Bildung des hypobasalen Gliedes statt, und in dieser alsdann ebenfalls eine ähnliche Differenzierung wie bei den Filicales. Die große Übereinstimmung aber, welche durch diese Teilungen des epibasalen und des hypobasalen Gliedes mit den Segmentteilungen der Laub- und Lebermooskapsel nachgewiesen wird, legt andererseits einen Vergleich der prismatisch angeordneten Urmutterzellen des axilen Stranggewebes mit dem vierseitigen centralen Prisma des in der Entwickelung begriffenen Moossporangiums außerordentlich nahe.

Der Fuß, eine Bezeichnung, welche von Hofmeister herstammt, aber keineswegs das Wesen des Organes ausdrückt, hat die Bestimmung, dem jungen Embryo in der ersten Zeit die für denselben nötigen Nahrungsstoffe aus dem Prothallium herbeizuschaffen. Der Fuß ist also auch hier ein Saugorgan und hat als solches dieselbe physiologische Bedeutung für den Embryo, wie die Wurzel für die erwachsene Pflanze. Alle neueren Untersuchungen haben daher auch ergeben, dass die Octanten, aus welchen der Fuß entsteht, stets dem Prothallium (bei den heterosporen Farnen der Makrospore) zugekehrt bleiben, und die diese Frage behandelnden Versuche haben gezeigt, dass weder der Einfluss des Lichtes, noch der der Schwerkraft ausreichend ist, um eine Änderung dieser Lage herbeizuführen. Wäre es anders, so würde der Fuß seiner nutritiven Aufgabe, also seiner Bestimmung nicht genügen können.

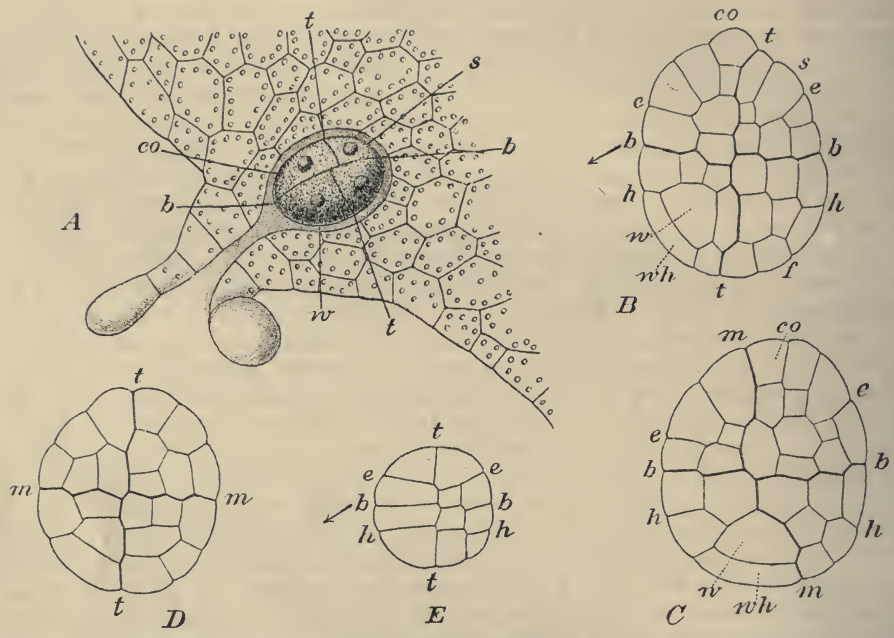


Fig. 17. *A—D* Embryonen von *Asplenum Adiantum nigrum* L. *E* Embryo von *Cyathea medullaris* Sw. — *b* die Basalwand, *t* die Transversalwand, *m* die Medianwand, *e* die obere Wand des epibasalen Gliedes, *h* die untere Wand des hypobasalen Gliedes, *s* der Stamm, *co* der erste Cotyledo, *w* die Wurzel, *wh* die erste Kappenzelle, *f* der Fuß. Der Pfeil zeigt die Richtung der Archegoniumachse an, nach der Archegoniummündung zu. *A* und *B* Seitenansicht, *A* noch im Archegonium, die erste Anlage der Octanten zeigend. *C* Kotyledon und Wurzel, *D* Querschnitt etwa in der Höhe der Basalwand, die Differenzierung des hypobasalen und epibasalen Gliedes veranschaulichend. *E* in gleicher Orientierung wie *A* und *B*. — *A—D* etwa 300mal, *E* 230mal vergr. — (Original.)

Die Anlage der ersten Wurzel findet in einem der beiden unteren Octanten der hypobasalen Embryohälfte statt, welche dem Kotyledon polar entgegengesetzt ist (Fig. 17, *B* und *C*). Der Wurzeloctant dehnt sich bei seiner Entwickelung sehr bedeutend aus, und es treten in ihm nach erfolgter Anlage des hypobasalen Gliedes zunächst ganz in analoger Weise wie im Stammoctanten succedan 2 antikline Teilungswände auf, durch welche ebenso wie in dem den Stamm erzeugenden Octanten eine Kugelpyramide entsteht. In dieser setzt nun aber eine perikline Wand an, welche nach außen hin die erste Kappenzelle abtrennt (Fig. 17, *B* und *C*, *wh*). Die dadurch entstehende tetraëdrische innere Zelle wird zur Mutterzelle des Wurzelkörpers (Fig. 17, *B* und *C*, *w*), welche sich vor allen übrigen Zellen des jungen Embryos durch ihre Größe auszeichnet. Dieselbe nimmt jetzt bereits den Wachstums- und Zellteilungsmodus an, welcher fernerhin in der Wurzel der erwachsenen Pflanze stattfindet; es mag daher auf die Darstellung verwiesen werden, welche für die Entwickelung der erwachsenen Pflanze gegeben ist.

Durch das schnelle Wachstum des Wurzeloctanten wird der zweite der beiden unteren Octanten der hypobasalen Embryohälfte sehr bald mehr oder weniger unterdrückt. Mitunter treten aber auch ziemlich regelmäßig auf einander folgende Teilungswände auf, welche senkrecht zu einander ansetzen, in ähnlicher Weise wie in den die Bildung des Fußes herbeiführenden Octanten, z. B. *Asplenum* (Fig. 17, C). Alsdann wird dieser Octant ebenfalls mit zur Bildung des Fußes verwendet.

Bei den Polypodiaceen ist das Wachstum der Wurzel oft ein derartig gesteigertes, dass es dasjenige des Kotyledon übertrifft. Der Fuß aber, der sich von Anfang an durch die Größe der Zellen auszeichnet, stellt nach einiger Zeit sein weiteres Wachstum fast gänzlich ein, dies jedoch meist erst längere Zeit, nachdem die erste Wurzel in den Boden eingedrungen ist, ja es scheint sogar, dass die junge Pflanze in vielen Fällen (*Asplenum*, *Polypodium*) erst dann nicht mehr des Fußes bedarf, wenn bereits die zweite Wurzel in das Substrat eingedrungen ist. Bei manchen Hymenophyllaceen gelangt dagegen außer der embryonalen Wurzel eine zweite überhaupt nicht mehr zur Anlage. Der Durchbruch des Embryo durch die Archegoniumhülle erfolgt in leicht erklärlicher Weise durch das Wachstum des Kotyledon und der ersten Wurzel. Eine Verschiebung der ursprünglichen Lage der Organe findet dabei, soweit die Beobachtungen reichen, im ganzen Gebiete der Filicales nicht statt, außer bei *Salvinia*.

Bei einer Vergleichung mit den Embryonen der Lebermoose ergaben sich manche bemerkenswerte Homologien; auch bei den Lebermoosen fällt der hypobasalen Embryohälfte durch die Entwickelung des Fußes die nutritive Function zu, die epibasale Hälfte dagegen erhält die Aufgabe der Ausbildung der Sporen. Nur bei den Riccieen fällt die Entwickelung des Fußes fort, beide Embryohälften werden daselbst zur Bildung des Sporogoniums verwendet. Andererseits aber lässt die hypobasale Embryohälfte der Anthoceroteen schon einige Andeutungen zu weiteren Differenzierungen unschwer erkennen, denn bei der Gattung *Notothylas* wachsen die peripherischen Zellen des Fußes zu sackartigen Ausstülpungen und rhizoidenähnlichen Schläuchen aus, welche in das umgebende Gewebe eindringen. War hiermit der erste Schritt zur Differenzierung der Wurzel gethan, so leuchtet ein, dass ein weiterer folgen musste, als die epibasale Hälfte sich vegetativ weiter entwickelte und nicht bloß mit der unmittelbaren Erzeugung der Sporen abschloss. Die von der Mutterpflanze erhaltene Nahrung konnte nicht mehr ausreichen, als sich aus der epibasalen Hälfte eine beblätterte Pflanze zu entwickeln begann; von dem Fuße gliederte sich daher ein zweites Saugorgan ab, welches im stande war, von außen her Nahrung aufzunehmen; es erfolgte die Differenzierung der Wurzel. Bei der vegetativen Entwickelung der epibasalen Hälfte werden dann 2 benachbarte Octanten, also eine ganze Hälfte der Lebermooskapsel, zum Kotyledon, während die beiden anderen Octanten die Ausbildung des Stammes, resp. des zweiten Kotyledon übernehmen. Man kann sich daher den Embryo der Pteridophyten, abgesehen von einigen, jedoch mehr unwesentlichen Abweichungen in der Lycopodinen-Gruppe, aus solchen lebermoosähnlichen Formen hervorgegangen denken, bei welchen die allmähliche Differenzierung der beiden Embryohälften in der oben besprochenen Weise stattgefunden hat. Als directer Vorläufer dieses Lebermoostypus würde dann vielleicht der Ricciieentypus aufzufassen sein, wo der gesamte Embryo zur Kapsel wird, eine Differenzierung der epibasalen und hypobasalen Embryohälfte in der oben besprochenen Art also nicht eintritt. Somit wäre aber auch, wie schon Vouk hervorgehoben hat, der Anschluss an die Coleochaeten-Carposporeen gegeben, welche sich im wesentlichen nur dadurch von dem Sporangium der Riccieen unterscheiden würden, dass bei ihnen die Differenzierung in ein steriles äußeres und ein fertiles inneres Gewebe noch nicht erfolgt ist, während bei den Riccieen der Unterschied zwischen Kapselwand und Sporenraum bereits deutlich hervortritt.

Die Laubmoose dagegen würden in der von den Lebermoosen aufsteigenden Entwickelungsreihe sich leicht auf die letzteren zurückführen lassen, da die Laubmooskapsel genetisch nur einer Längshälfte der Lebermooskapsel entspricht. Von den 4 Octanten der epibasalen Embryohälfte, welche bei den Lebermoosen die Kapsel erzeugen,

werden für die Entwickelung der Laubmooskapsel nur zwei benachbarte verwendet, während die beiden anderen vollständig unterdrückt werden.

Auch darin, dass das Archegonium mancher Pteridophyten nach der erfolgten Befruchtung ebenfalls lebhaft weiter fortwächst und den Embryo noch längere Zeit umhüllt, sind phylogenetische Beziehungen zu den Moosen nicht zu verkennen. Die Bildung der Calyptra der Muscineen ist auf ganz analoge Vorgänge zurückzuführen.

c) Die Apogamie.

Wichtigste Litteratur. W. G. Farlow, Über ungeschlechtliche Erzeugung von Keimpflänzchen an Farnprothallien (Botan. Ztg., 1874). — A. de Bary, Über apogame Farne und die Erscheinung der Apogamie im Allgemeinen (Bot. Ztg. 1878). — H. Leitgeb, Die Sprossbildung an apogamen Farnprothallien. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. III, 1885). — F. F. Stange, Über Farnculturen und die bei denselben beobachtete Apogamie (Gesellsch. für Botanik zu Hamburg, 25. März 1886). — S. Berggren, Über die Apogamie des Prothalliums von *Notochlaena distans* RBr. (Bot. Sectionen i. Upsala, 1887. Botan. Centralbl. XXXV. 1888). — L. Kny, Botanische Wandtafeln, Taf. XCIX. — Carl Heim, Untersuchungen über Farnprothallien. (Flora 1896). — William H. Lang, Preliminary statement on the development of sporangia upon Fern prothalli. (Proceedings of the Royal Society, Vol. LX. 1896).

Die Erscheinung der apogamen Sprossungen besteht im wesentlichen darin, dass infolge des Auswachsens kleiner Zellcomplexe aus Prothallien Höcker sich hervorwölben, welche zu Laubknospen werden und im Laufe des weiteren Wachstumes zu großen beblätterten Pflanzen sich auszubilden im stande sind, also nicht auf eine durch Befruchtung hervorgebrachte embryonale Bildung zurückführen lassen. Bis jetzt fand man die Erscheinung der Apogamie in der Familie der Polypodiaceen an den Prothallien von *Pteris cretica* L., *Doodia caudata* RBr., *Doodia aspera* RBr. var. *multifida*, *Ceratopteris thalictroides* Brong., *Notholaena distans* RBr., *Aspidium falcatum* Sm., *Aspidium filix mas* L. und der Gartenvarietät des letzteren, *Aspidium filix mas cristatum*, in der Familie der Osmundaceen an den Prothallien von *Osmunda regalis* L. und denen einiger *Todea*-Arten. An den Prothallien von *Pteris cretica*, *Notholaena distans*, *Aspidium falcatum* und der Gartenvarietät *Aspidium filix mas cristatum* wurden bisher nur apogame Pflänzchen beobachtet, während die Prothallien der Stammform *Aspidium filix mas*, sowie diejenigen von *Doodia caudata*, *Doodia aspera multifida*, *Ceratopteris thalictroides* und der oben genannten Osmundaceen sowohl apogame als normale, sexuell entstandene Pflänzchen entwickeln. Ich beginne die specielle Erörterung mit den apogamen Sprossungen der *Pteris cretica*, welche wiederholt Gegenstand der Untersuchung gewesen sind.

1. *Pteris cretica.* — An demselben Orte und zu derselben Zeit, wo sonst die Archegonienbildung stattzufinden pflegt, erfolgt an den Prothallien von *Pteris cretica* die Anlage der apogamen Bildung, indem eine höckerartige Protuberanz sich hervorwölbt. Dieser Höcker geht aus von einer Gruppe von 3—4 Zellen, welche etwa der dritten und vierten Querreihe des marginalen Meristems des Prothalliums angehören; er bildet die Anlage des ersten Blattes des apogamen Sprosses, welches in seiner gesamten Entwickelung, in seiner Structur und Gestaltung mit dem ersten Blatte sexuell entstandener Farnembryonen übereinstimmt. Häufig treten schon innerhalb des ganz kleinen, erst wenige Zellen hohen Höckers Tracheïden auf, in anderen Fällen erst, wenn die Blattanlage schon viel größer geworden ist. Die Lamina des ersten Blattes wird gewöhnlich rundlich dreieckig (Fig. 18, *D*), der Stiel erreicht eine Länge von ca. 1 cm, die Oberseite des Blattes ist dabei der Prothalliumfläche zugekehrt, die auswachsende Spitze gegen diese eingekrümmt. Nahe der Blattbasis, in dem abgerundeten Winkel zwischen der Blattoberseite und dem Prothallium entwickelt sich der Stammscheitel, unter welchem sich bald die Anlage des zweiten Blattes bildet, von der Insertion des ersten seitlich nur etwa $^1/_3$ oder $^3/_8$ des Stammumfanges, also seitlich zwischen Prothalliumfläche und der ersten Blattbasis stehend. Die Gewebedifferenzierung und der aus ihr hervorgehende fertige Bau der successiven Blätter zeigen über der Insertionsstelle des ersten Blattes die für

die Keimpflänzchen der Polypodiaceen bekannten Erscheinungen. Der Stiel des ersten Blattes wird von einem dünnen Gefäßbündel durchzogen, welches sich nach unten bis in die Mitte des sog. Gewebepolsters erstreckt, um hier im einfachsten Falle mehr oder

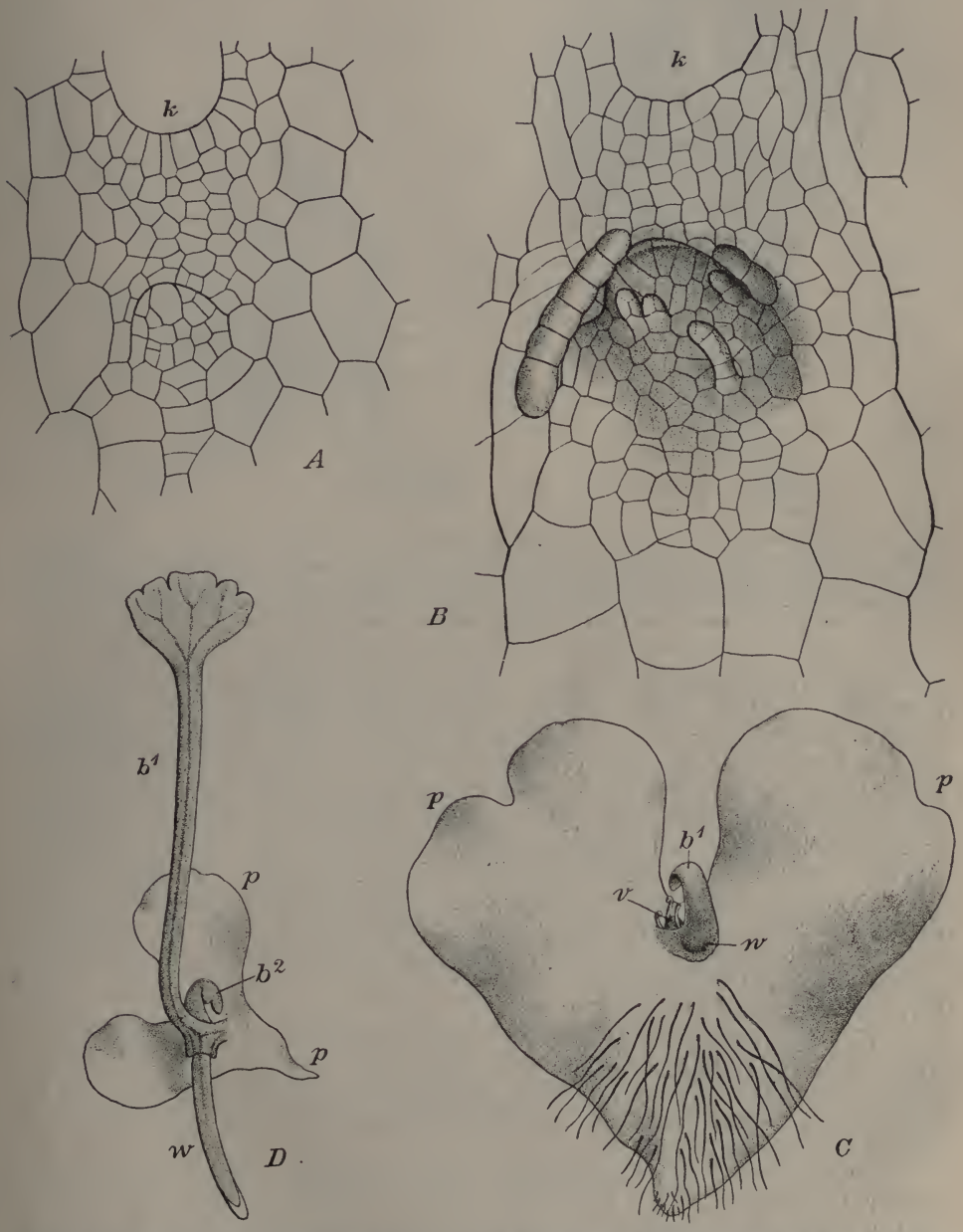


Fig. 18. Apogamie. — *A—D Pteris cretica* L. *A* und *B* Entwickelung des ersten Blatthöckers auf der Unterseite des Prothalliums unter der Bucht (*k*) desselben, *B* ein älteres Entwickelungsstadium mit stark vorspringendem Blatthöcker und mehreren Haaranlagen auf demselben. Hinter der Spitze schimmert der Umriss des flachen Scheitels durch, dessen Anlage in Fig. *A* noch nicht erfolgt war. *C* ein ganzes Prothallium, von der Unterseite gesehen, mit jungem, apogam entstandenem Spross, *p* Prothallium, b^1 erstes Blatt, *v* Stammscheitel des apogamen Sprosses, *w* die Wurzel. *D* wie *C*, aber in vorgeschrittenerer Entwickelung, *p* Prothallium, *v* Stammscheitel, *w* Wurzel, b^1 erstes Blatt, b^2 zweites Blatt. — *A* und *B* 145mal vergr., *C* und *D* nur schwach vergr. (Nach De Bary.)

Fig. 18. *E—F* Apogamie von *Doodya caudata* RBr.; *E* Habitusbild für die an der Mittelrippe des Prothalliums erfolgte Bildung einer größeren Anzahl von tracheïdenführenden Höckern, welche zu einer weiteren Entwickelung noch nicht vorgeschritten sind. Die Höcker sind zum überwiegenden Teile auf der Mittelrippe gegen den Rand hin angelegt. *F* Habitusbild eines Prothalliums mit mehreren apogam entstandenen Keimpflänzchen; die Höcker, aus welchen diese Keimpflänzchen sich entwickelt haben, sind in diesem Falle an der aufwärts gebogenen Mittelrippe entstanden. — *E—F* nur schwach vergr. (Nach Heim.)

weniger scharf abgeschnitten zu endigen. Die erste Wurzel entsteht nahe der Insertion des ersten Blattes im Inneren des Gewebes, an der der Rückenfläche des Blattes zugekehrten Seite des Gefäßbündels; sie wird meist in der Blattbasis selbst angelegt, doch kann sie auch in dem Prothallium unterhalb der Blattinsertion auftreten, wenn ein Gefäßbündel bis dahin reicht. In jedem Falle also ist ihre Anlage eine endogene, welche, gewöhnlichen Farnwurzeln gleich, die sie bedeckenden Zellschichten vortreibend und durchbrechend wächst und in den Boden dringt. Dass an der Basis des zweiten und der successive späteren Blätter ebenfalls eine, resp. mit der Erstarkung der Pflanze je mehrere Wurzeln endogen entstehen, ist nach der bereits hervorgehobenen Übereinstimmung mit der Entwickelung normaler Farnpflanzen selbstverständlich. Es tritt somit aus dem Prothallium ein beblätterter Spross hervor, welcher sich zu einer typisch gegliederten Farnpflanze entwickelt; von seinem zweiten oder dritten Lebensjahre an erzeugt derselbe bereits Sporangien und Sporen.

Wie bei der durch sexuelle Vorgänge eingeleiteten Entwickelung der Farnembryonen tritt auch hier mit dem Beginne dieser Sprossungen eine sehr auffallende Verlangsamung in dem Wachstume des gesamten Prothalliums selbst ein. Die Zellen des Meristems verlieren dabei ihre meristematischen Eigenschaften und werden den chlorophyllreichen des übrigen Prothalliums gleich.

Es wurde bereits oben hervorgehoben, dass die Anlage der apogamen Sprossungen auf der Unterseite d. h. der Schattenseite des Prothalliums genau an der Stelle erfolgt, wo sonst die Archegonien aufzutreten pflegen. Tritt nun aber in der Beleuchtungsrichtung ein Wechsel ein, so ändert sich auch die Orientierung der Organanlagen sowohl gegenüber dem Prothallium als auch gegen einander, und Leitgeb hat durch die Cultur apogamer Prothallien in Nährlösungen, welche in Uhrschälchen untergebracht waren, den experimentellen Nachweis geliefert, dass die Sprossanlagen der apogamen

Prothallien gleich den Archegoniumanlagen der sexuellen Prothallien nur auf der Schattenseite des Prothalliums stattfinden, und daß es von dem Belieben des Experimentators abhängt, auf welcher Seite des Prothalliums die Sprossanlage erfolgen soll.

Mitunter gelangt die Anlage einer apogamen Sprossung nicht zur Ausbildung, sondern schlägt fehl, indem die Entwickelung des Höckers bei den ersten Anfängen stehen bleibt. Nichtsdestoweniger tritt dann sehr oft eine Verlangsamung und teilweise Sistierung des Wachstums des Prothalliums ein, wie bei der normalen Sprossung; jedoch erfahren die axilen Zellen des Prothalliums hierbei eine erhebliche longitudinale Streckung, so dass ein Strang schmaler, langer Zellen gebildet wird. In der Mitte desselben differenziert sich nicht selten ein Gefäßbündel von gleichem Baue wie bei der normalen Sprossung. Aber nicht immer sistiert hierbei das Meristem sofort seine gesamte Thätigkeit, sondern es ändert nicht selten seine Wachstumsrichtung, so dass es mit vorwiegend acropetaler Streckung und Teilungsfolge zu einem mehrschichtigen Zapfen auswächst, welcher aus der Bucht des Prothalliums zwischen den beiden seitlichen Lappen desselben als schmaler conischer Mittellappen hervortritt. In diesen setzt sich oft das Gefäßbündel fort, ohne jedoch sein oberstes Ende zu erreichen. Diese Art der Sprossung ist aber für die Propagation von *Pteris cretica* mehr oder minder bedeutungslos, da derartige Prothallien nur sehr selten eine weitere Wachstumsfähigkeit besitzen und allmählich absterben. Einen ebensolchen Mittellappen fand Kny an der vorderen Bucht eines abortierten Vorkeimes von *Aspidium filix mas*; auch bei *Todea*-Arten beobachtete ich derartige fehlgeschlagene Prothallien nicht selten, es entwickelte sich auch ein conischer Mittellappen, aber die weitere Entwickelung blieb meist aus. Bemerkenswert ist jedoch, dass die Bildung von Archegonien, welche sonst an den abortierten Prothallien ausbleibt, an denen der *Todea*-Arten häufig erfolgt und nicht selten bis zu einer vollständigen Entwickelung derselben, bis zum Öffnen des Archegoniumhalses vorschreitet. Ob jedoch eine Befruchtung möglich ist, habe ich an dem mir zugänglichen Material nicht feststellen können. Wahrscheinlich sind übrigens diese Erscheinungen an fehlgeschlagenen Prothallien noch häufiger, als man bis jetzt angegeben hat; Druery beobachtete sie z. B. bei *Athyrium filix femina* Bernh., Lang bei *Aspidium frondosum* Lowe, bei *Aspidium spinulosum* Sw. β. *dilatatum* Röp. var. *cristatum gracile* Roberts und bei *Scolopendrium vulgare* L. var. *ramulosissimum* Woll. Bei den beiden zuletzt genannten Arten tritt die unten näher besprochene Form der Apogamie ein, wo Sporangien auf dem Prothallium zur Entwickelung gelangen.

2. *Doodya caudata* RBr. — Ein sehr lehrreiches Beispiel für die Beurteilung der apogamen Sprossungen liefert *Doodya caudata*, deren sexuell entstandene Keimpflänzchen und apogame Sprossungen nach F. F. Stange hintereinander an einem und demselben Prothallium zur Entwickelung gelangen, wenn die sexuell entstandenen Keimpflänzchen rechtzeitig von dem Prothallium abgenommen werden. Heim, der diese Vorgänge näher untersuchte, fand, dass die apogamen Sprossungen in ähnlicher Weise wie bei *Pteris cretica* durch kleine Protuberanzen, resp. Höcker eingeleitet werden, welche infolge des Auswachsens eines kleinen Zellcomplexes auf der Unterseite des Prothalliums meist am Rande des Gewebepolsters, etwas seltener auf demselben entstehen. Im Laufe der weiteren Entwickelung findet aber insofern ein Unterschied von *Pteris cretica* statt, als im Inneren des Höckers Plasmaanhäufungen auftreten, welchen alsbald lebhafte Zellteilungen nach allen Richtungen hin folgen, so dass das hierdurch gebildete kleinzellige, centrale Gewebe, welches außerdem durch große Zellkerne ausgezeichnet ist, sich deutlich von seiner Umgebung abhebt. Diese Meristembildung schreitet nun mit dem weiteren Wachstume des Höckers sowohl bis zur Spitze, wie nach der Basis desselben vor; an der ersteren vollzieht sich alsdann die Bildung einer Scheitelzelle, die Anlage des ersten Blattes, in den rückwärts gelegenen Teilen treten die ersten Tracheïden auf. Neben der Scheitelzelle des ersten Blattes, aber unabhängig von derselben wird später auch die Stammscheitelzelle aus dem Meristem ausgesondert, und bald darauf entsteht auch schon das zweite Blatt in ungefähr $^1/_3$ Divergenz von dem ersten; es zeigt bereits die für die Entwickelung von Farnblättern normale Form. Auf alten ungeteilten Außenzellen des

Höckers findet man anfangs — etwa bis zur Bildung der ersten Scheitelzelle — nicht selten Antheridien; Heim beobachtete einmal auf der Oberfläche eines Höckers allein 34 junge Antheridien.

Die erste Wurzel entsteht endogen; ihre Scheitelzelle findet man in der mittleren Partie des Höckers. Im weiteren Wachstume weichen diese apogamen Bildungen von den normalen, auf sexuelle Weise entstandenen nicht ab. An einem Prothallium können mehrere apogame Pflänzchen zu gleicher Zeit entstehen; die Zahl der apogamen Höcker ist dagegen eine bedeutend größere, aber sie gelangen nicht sämtlich bis zur Entwickelung junger Pflänzchen, sondern nur bis zur Ausbildung der Tracheïden und der Scheitelzelle des ersten Blattes.

Heim beobachtete auch mehrfach, dass Antheridien, welche in abnormaler Weise in das Gewebe des Prothalliums eingesenkt waren, in apogame Bildungen übergeführt wurden, indem die Entwickelung des Antheridiums nicht bis zu derjenigen reifer Spermatozoïden vorschreitet, sondern an Stelle derselben ein kleinzelliges Gewebe entsteht, welches dem im Inneren der oben beschriebenen Höcker anfangs auftretenden Meristem sowohl äußerlich, als auch in seiner weiteren Entwickelung gleich ist und auch zu einer apogamen Bildung führt.

Die apogamen Sprossungen der *Doodya caudata* unterscheiden sich somit von denen der *Pteris cretica* 1) durch die Mehrzahl der apogamen Anlagen, 2) durch die verschiedene Entwickelung der Höcker, 3) durch die Umbildung der Antheridien zu solchen Höckern, 4) durch die Entwickelung von Archegonien, 5) dadurch, dass die ersten Blätter schon gefiedert sind und in ihrer Form den Blättern der erwachsenen Pflanze entsprechen, nicht den Keimblättern, wie bei *Pteris cretica*, 6) dadurch, dass sowohl die Bildung apogamer Sprossungen, als auch diejenige sexuell entstandener Keimpflänzchen, wenn auch nicht gleichzeitig, so doch an einem und demselben Prothallium eintreten kann.

Über eine höchst eigenartige Form der Apogamie berichtet William H. Lang, der an den Prothallien von *Aspidium spinulosum* Sw. β. *dilatatum* Röp. var. *cristatum gracile* Roberts und *Scolopendrium vulgare* L. var. *ramulosissimum* Woll. Sporangien beobachtete. Es bildete sich hierbei in ähnlicher Weise, wie bei den oben besprochenen, fehlgeschlagenen Prothallien ein Mittellappen aus, auf welchem ganz direct Gruppen von Sporangien auftraten. Dieser Mittellappen entwickelte einen cylindrischen Fortsatz, der aber an den Prothallien des zuerst genannten Farn zuweilen fehlte; in diesem Falle unterblieb in demselben die Bildung von Tracheïden, aber man beobachtete alsdann an den beiden seitlichen Prothalliumlappen adventive Prothalliumbildungen. Wenn dagegen bei den Prothallien derselben Varietät des *Aspidium spinulosum* der cylindrische Fortsatz des Mittellappens auftritt, werden auf demselben zahlreiche Sexualorgane angelegt und meist normal ausgebildet, von der Unterseite des cylindrischen Fortsatzes entspringen zahlreiche Rhizoiden. Selten findet man bei den Sexualorganen Abweichungen von der normalen Entwickelung; alsdann stehen die Archegonien auf kleinen Emergenzen des Prothalliums, und ihr Hals ist zuweilen sogar verzweigt. Das Eigenartige dieser Prothallien besteht jedoch darin, dass auf dem Mittellappen oder dem cylindrischen Fortsatze desselben Sporangien auftreten, einzeln oder in Gruppen, und in der Nähe der Basis des Mittellappens zuweilen auch auf den Rand des Prothalliums hinabrücken. Auf dem cylindrischen Fortsatze nehmen die Sporangien die obere und laterale Seite ein; sie entstehen in der Regel in der Nähe seines im Längenwachstume begriffenen Scheitels, abwechselnd mit den Sexualorganen, und sind daher desto weiter entwickelt, je weiter sie von dem Scheitel entfernt sind. Indessen gelangen die Sporangien nach den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen nicht bis zur Ausbildung reifer Sporen, aber man findet in dem dieselben tragenden Gewebe stets Tracheïden.

Auch die unbefruchtet gebliebenen Prothallien von *Scolopendrium vulgare* var. *ramulosissimum* Woll. entwickeln einen langen, cylindrischen Fortsatz, auf welchem in einigen Fällen Sporangien auftreten, welche gewöhnlich einem durch einen körnigen Inhalt vor den übrigen Zellen des Prothalliums ausgezeichneten, placentaähnlichen Gewebe inseriert sind. Auch hier treten in dem Fortsatze resp. Mittellappen Tracheïden

auf. Die Entwickelung der Sporangien auf dem Prothallium ist als ein besonderer Fall der Apogamie zu betrachten, und das placentaähnliche Gewebe kann als ein allerdings sehr reduzierter Sporophyt gelten. Die Entwickelung der Pflanze ist also offenbar hier noch weiter abgekürzt, als bei den oben beschriebenen apogamen Sprossungen.

Häufiger aber finden bei dieser Varietät des *Scolopendrium vulgare* auf dem cylindrischen Fortsatze des Prothalliums andere, apogame Vorgänge statt. Es entstehen auf demselben zuerst zahlreiche normale Archegonien, während man Antheridien nur auf ameristischen Lappen desselben oder auch des Prothalliums findet, und Tracheïden zu dieser Zeit noch fehlen. Allmählich aber wird die Spitze des Fortsatzes welk und glatt; sie bedeckt sich mit Spreuschuppen, unter deren Schutz kleine Emergenzen gebildet werden, das erste Blatt und die Stammspitze des jungen Sporophyten; denselben folgen weitere Blattanlagen, so dass schließlich eine mit Spreuschuppen bedeckte Knospe apogam gebildet wird. Während dieser Entwickelung treten in dem Fortsatze auch Tracheïden auf, welche nunmehr dem jungen Pflänzchen die Nahrung aus dem Prothallium zuzuführen im stande sind.

Vegetationsorgane.

Wichtigste Litteratur. H. v. Mohl, Über den Bau des Stammes der Baumfarne. (Vermischte Schriften, 1845). — Presl, Die Gefäßbündel im Stipes der Farne. (Abh. d. Kgl. Böhm. Ges. d. Wiss. 1847). — Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen. Leipzig, 1851. — Ders., Beiträge zur Kenntnis der Gefäßkryptogamen. (Abh. d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wissensch. 1857). — Mettenius, Filices horti Lipsiensis. Leipzig 1858. — Ders., Über Seitenknospen an Farnen. Leipzig, 1860. — Hildebrand, Über die Entwickelung der Farnkraut-Spaltöffnungen. (Bot. Ztg. 1866). — Strasburger, Ein Beitrag zur Entwickelung der Spaltöffnungen. (Jahrb. f. wiss. Bot. V). — Burk, W., Over de ontwikkelingsgeschiedenes en den aard van het Indusium der Varens. Harlem 1874. — Russow, Vergleichende Untersuchungen. Petersburg, 1874. — Hooker u. Baker: Synopsis Filicum. London, 1874.— Sadebeck, Zur Wachstumsgeschichte des Farnwedels. (Verh. des Bot. Ver. der Provinz Brandenburg, XV.). — Ders., Über die Entwickelung des Farnblattes. Berlin, 1874. — Conwentz, Beitrag zur Kenntnis des Stammskelets einheimischer Farne. (Schriften d. Kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, 1875). — Leitgeb, H., Über die Art des Zusammenhanges der Moose mit den Gefäßkryptogamen. (Verh. der Naturforscher-Vers. in Graz, 1875). — Prantl, Bemerkungen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Gefäßkryptogamen. (Phys.-med. Gesellsch. z. Würzburg, 1874 und 1875). — Kny, Die Entwickelung der Parkeriaceen, dargestellt an *Ceratopteris thalictroides* Brongn. (Nov. Act. Leopoldina Bd. XXXVII). — Luerssen, Untersuchungen über die Intercellularverdickungen im Grundgewebe der Farne. (Naturf. Ges. z. Leipzig, 1875). — Prantl, Untersuchungen zur Morphologie der Gefäßkryptogamen I. II. Leipzig, 1875 u. 1881. — Ders., Morphologische Studien. I. Die Verzweigung des Stammes bei einigen einheimischen Farnen. (Flora 1875). — De Bary, Vergl. Anatomie. Leipzig 1877. — Russow, Über die Verbreitung der Callusplatten bei den Gefäßpflanzen. (Sitzber. der Dorpater Nat. Ges. 1881). — Weiss, J. E., Anatomie u. Physiologie fleischig verdickter Wurzeln. (Flora, 1880). — Haberlandt, Über collaterale Gefäßbündel im Laube der Farne. (Sitzb. Akad. Wien, 1881). — Klein, Bau und Verzweigung einiger dorsiventral gebauter Polypodiaceen. (Nov. Act. Leop. Bd. XLIII. 1881). — Prantl, Die Farngattungen *Cryptogramme* u. *Pellaea*. (Engl. Bot. Jahrb. III. 1882). — Janczewsky, E. v., Études comparées sur les tubes cribreux. Cherbourg, 1882. — Russow, Über Bau u. Entwickelung der Siebröhren. (Sitzber. d. Dorpater Nat. Ges. 1882). — Giltay, Über eine eigentümliche Form des Stereoms bei gewissen Farnen (Bot. Ztg. 1882). — Schwendener, Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen. (Abhandl. der Kgl. Akad. z. Berlin, 1882). — Potonié, Über die Zusammensetzung der Leitbündel bei den Gefäßkryptogamen. (Jahrb. d. Kgl. Bot. Gart. Berlin, 1883). — Van Tieghem, Sur quelques points de l'anatomie des Cryptogames vasculaires. (Bull. de l. Soc. Bot. de France. XXV. 1883). — Luerssen, Die Farnpflanzen in Rabenhorst's Kryptogamen-Flora. Leipzig 1884—1889. — Klein, Vergl. Untersuchungen über Organbildung u. Wachstum am Vegetationspunkt dorsiventraler Farne. (Bot. Ztg. 1884). — Bower, F. O., On the comparative morphology of the leaf in the Vascular Cryptogams and Gymnosperms (Philos. Transact. II. 1884 u. Bot. Ztg. 1885). — Terletzki, Anatomie der Vegetationsorgane von *Struthiopteris germanica* Willd. (Pringsh. Jahrb. XV.). — Warming, Über perenne Gewächse (Bot. Centralbl. XVIII). — Schimper, Über Bau und Lebensweise

der Epiphyten Westindiens. (Bot. Cbl. XVI., 1884). — Schwendener, Über Scheitelwachstum und Blattstellungen (Sitzb. Akad. Berlin, 1885). — Bower, On the apex of the root in *Osmunda* and *Todea*. (Quart. J. of. microsc. sc. 1885). — Van Tieghem et Douliot, Sur la polystélie. (Ann. sc. nat. 7. Sér. T. III). — Baranetzki, Epaississement des parois des éléments parenchymateux. (Ann. d. sc. nat. 8. Série, T. IV.) — Thomae, Die Blattstiele der Farne. (Pringsh. Jahrb. XVII). — Vinge, Arbeitsverteilung b. sog. Schattenblättern (Bot. Not. 1886). — Göbeler, Die Schutzvorrichtungen am Stammscheitel der Farne. (Flora, 1886). — Beccari, Malesia, osserv. botan. (Genova 1886). — Goebel, Morphologische und biologische Studien (Ann. d. J. Bot. de Buitenzorg, VII). — Benze, Über die Anatomie der Blattorgane einiger Polypodiaceen. Berlin [Gardelegen] 1887. — Ito und Gardiner, On the structure of the mucilage cells of *Blechnum orientale* L. and *Osmunda regalis* L. (Ann. of Bot. I.). — Lachmann, Sur l'origine des racines latérales dans les Fougères (Compt. rend. Paris, 1887). — Potonié, Aus der Anatomie lebender *Pteridophyten* und von *Cycas revoluta*. (Abh. zur geolog. Specialkarte v. Preußen. VII. 1887). — Borzi, Xerotropismo nelle Felci. (Nuov. Giorn. Bot. XX. 1888). — Van Tieghem et Douliot, Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes dans les plantes vasculaires. (Ann. sc. nat. 7. sér., T. VIII). — F. O. Bower, The comparative examination of the meristems of Ferns (Ann. of Bot. III. 1889). — Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen, I. Marburg, 1889. — Lachmann, Contributions à l'hist. nat. de la racine des fougères. Lyon (Plan), 1889. — Vinge, Bidrag till kännedomen om ormbrunkarnes blad bygnad. Lund, 1889. — Petersohn, Untersuchung des Blattbaues der einheimischen Farne. Lund, 1889. — Rostowzew, Beitr. z. Kennt. d. Gefäßkr. I. Umbildung von Wurzeln in Sprosse (Flora, 1890). — Velenovský, Bemerkungen zur Morphologie der Farnrhizome. (Sitz. Ber. d. K. Böhm. Ges. d. Wiss. in Prag, 1890). — Poirault, Développement des tissus dans les organes végétatifs des Cryptogames vasculaires. (Mém. de l'Acad. Imp. d. sc. d. St. Pétersb., 1890). — Walter, Über die braunwandigen sklerotischen Gewebeelemente der Farne. (Bibl. botan. XVIII. Cassel, 1890). — Leclerc du Sablon, Recherches anatomiques sur la formation de la tige des Fougères. (Ann. d. sc. nat. Bot. VII. sér., T. XI.). — Giesenhagen, Die Hymenophyllaceen. (Flora, 1890). — Lowe und Jones, Abnormal Ferns, Hybrids and their Parents. (Ann. of Bot. III.). — Potonié, Die Beziehung zwischen dem Spaltöffnungssystem und dem Skelettgewebe bei den Wedelstielen der Farnkräuter. (Jahrb. d. Kgl. botan. Gart. I. Berlin 1881, resp. Naturw. Wochenschr. VI. 1891). — Poirault, Sur les tubes cribreux des Filicinées et des Equisétinées. (C. R. Paris, 1891). — Wittrock, V. B., De filicibus observationes biologicae. (Act. Hort. Berg. I). — Strasburger, Über d. Bau u. d. Verrichtungen der Leitungsbahnen in d. Pflanzen. (Jena 1891). — Campbell, Notes on the apical growth in the roots of *Osmunda* and *Botrychium*. (Bot. Gaz., 1891). — Figdor, Über die extranuptialen Nectarien von *Pteridium aquilinum*. (Öster. Bot. Zeitschrift, 1891). — Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen, II. Marburg, 1891). — Poirault, Sur la structure du pétiole des Osmundacées (Journ. de Bot. V). — Ders., Sur un particularité des racines du *Ceratopteris*. (Journ. de Bot. V). — Ders., Sur la structure des Gleichéniacées. (C. R. Paris 1892). — Potonié, Über die den Wasserspalten physiologisch entsprechenden Organe bei fossilen und recenten Farnen. (Sitzb. Ges. naturf. Fr. Berlin 1892). — Giesenhagen, Über hygrophile Farne. (Flora, 1892). — Velenovský, Über die Morphologie der Achsen der Gefäßkryptogamen. Prag, 1892. — Poirault, Recherches anatomiques sur les cryptogames vasculaires. (Ann. sc. nat. Bot. VII. Sér. T. XVIII). — Stahl, Regenfall u. Blattgestalt. (Ann. d. Jard. Bot. d. Buitenzorg, 1893). — Karsten, Morphologische und biologische Untersuchungen über einige Epiphytenformen der Molukken. (Ann. d. Jard. Bot. Buitenzorg, XII. 1894). — Potonié, Die Beziehungen zwischen dem echt gabeligen und dem fiederigen Wedelaufbau der Farne. (Deutsch. Bot. Ges. 1895 u. Naturw. Wochenschr. 1895). — Glück, Die Sporophyllmetamorphose. (Flora, 1895). — Zenetti, Das Leitungssystem von *Osmunda regalis* und dessen Übergang in den Blattstiel. (Bot. Ztg. 1895). — Atkinson, The probable influence of disturbed nutrition on the evolution of the vegetative phase of the sporophyte. (The American Naturalist, 1896).

a) Stamm. — In der äußeren Form findet man hier bedeutsame Verschiedenheiten, wie dies bereits bei einem oberflächlichen Vergleiche der säulenförmigen Gestalt des Stammes der Baumfarne mit dem kriechenden oder schlingenden Rhizom einiger Polypodiaceen zur Genüge einleuchtet. Im ersteren Falle werden am ganzen Umfange des mehr oder weniger hervortretenden Vegetationskegels Blätter und Wurzeln erzeugt, und man bezeichnet derartige Farne als radiär gebaute, z. B. *Aspidium*,

Ceratopteris (Fig. 19 und 22). Den Gegensatz hierzu bilden die dorsiventral gebauten Farne, z. B. *Polypodium*-Arten, *Pteridium* (Fig. 20), deren Blätter, Seitensprosse und Wur-

Fig. 19. Stammende eines radiär gebauten Farn, *Aspidium filix mas* L., dessen Blattstiele abgeschnitten sind (nur die jüngsten Blätter der Endknospe sind erhalten), um die Anordnung der B. zu zeigen; zwischen den Stielen *b*. *b* sind die Räume mit zahlreichen Wurzeln *w*, *w*¹ erfüllt, welche sämtlich aus den Stielen selbst entspringen. (Aus Sachs Lehrbuch.)

Fig. 20. Ein Teil des unterirdischen Stammes eines dorsiventral gebauten Farn, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, mit Blättern und Battstielbasen in ½ der natürl. Größe. *I* älteres Stammstück, es trägt die beiden Gabeläste *II* und *II'*; *ss* der Scheitel des schwächeren Gabelastes *II*, neben ihm die jüngste Blattanlage *s*; 1—7 die Blätter dieses Gabelastes, deren je eines in einem Jahre sich ausbildet; 1—5 die Blätter früherer Jahre, bis auf einige Entfernung vom Stammscheitel bereits abgestorben. 6 das diesjährige Blatt mit entfalteter Lamina, der Stiel abgeschnitten; 7 das junge Blatt für's nächste Jahr, am Scheitel des Stiels ist die noch sehr kleine Lamina durch Haare ganz umhüllt. Der Blattstiel 1 trägt eine Knospe *III*ª, die ein bereits abgestorbenes Blatt *b* entwickelt hat und dann in einen Ruhezustand übergegangen ist. — Die dünneren Fäden sind Wurzeln. — Alle in der Figur sichtbaren Teile sind unterirdisch. (Aus Sachs Lehrbuch.)

zeln (man vergl. unten) nur an bestimmten Stellen des kriechenden Rhizoms angelegt werden, die Blätter und Seitenknospen z. B. auf dem Dorsalteile oder an den Flanken des Stämmchens. Eine Übereinstimmung in der genannten Anlage seitlicher Organe ver-

Fig. 21. Längsschnitt des Stammscheitels von *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. Vergr. 200. — (Nach Hofmeister.)

misst man aber mitunter sogar innerhalb einer und derselben Gattung, wie z. B. bei *Trichomanes*, wo einzelne Arten deutlich radiär, andere dorsiventral gebaut sind. In dem Stamme der dorsiventralen *Trichomanes*-Arten ist auch der Bau der Gefäßbündel von dem der radiären Arten abweichend, indem an dem Dorsalteile des Stammes das Rindenparenchym in bedeutenderer Mächtigkeit entwickelt ist, als an dem ventral gelegenen Teile.

Am Scheitel des Stammes findet man ganz ausnahmslos eine Scheitelzelle; es folgen dem Wachstume des Scheitels zunächst nur antikline Teilungswände, durch welche eine

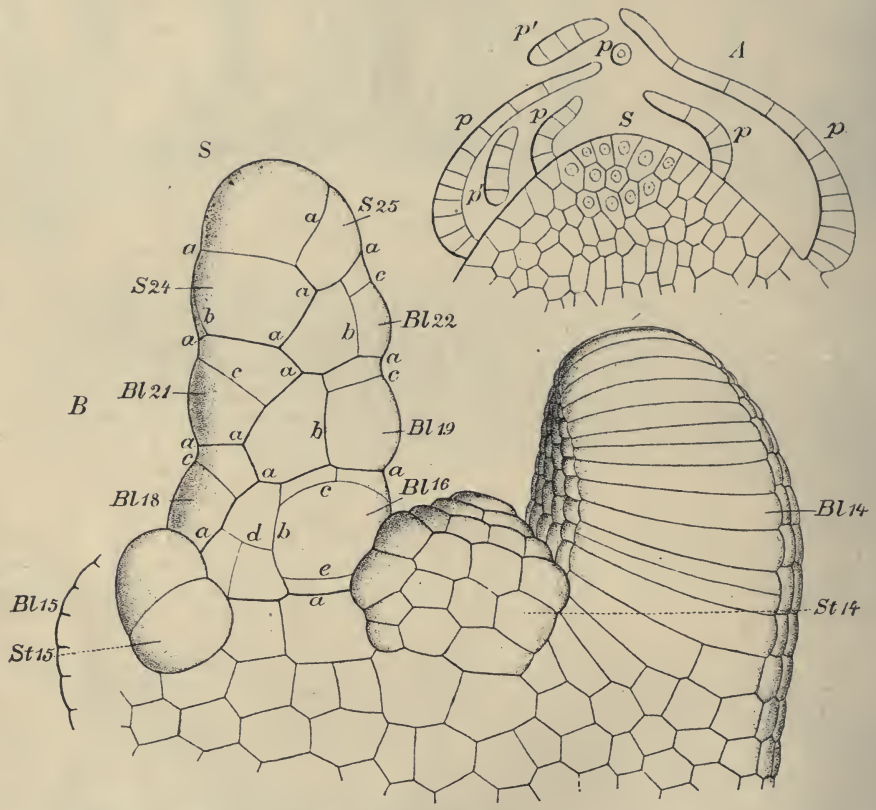


Fig. 22. Stammscheitel radiär gebauter Farne. *A* Stammscheitel von *Aspidium Filix mas* L. im medianen Längsschnitt. Vergr. 200. *S* die Scheitelzelle des Stammes einer erwachsenen Pflanze; *p* die jungen Spreuschuppen; *p'* etwas ältere Spreuschuppen, letztere im Querschnitte. — *B* Vegetationskegel einer jungen Pflanze von *Ceratopteris thalictroides* Brongn., mit dem in der Entwickelung begriffenen 14. Blatte. Die Segmentierungen der Stammscheitelzelle erfolgen in rechtsdrehender Spirale. Vergr. 300. — *S* Segmente der Stammscheitelzelle; *Bl* Blatt; *St* Stipularschuppen, welche nach Kny an den ersten Bl. der Pflanze nur zu beiden Seiten auftreten, an älteren Bl. aber auch auf Stiel und Spreite entstehen. *a* die Hauptwände, bez. Seitenwände der Segmente der Stammscheitelzelle; *b* die Wand, welche das Segment in eine schmälere, im Querschnitte trapezoidische und eine breitere, im Querschnitte dreiseitige Zelle teilt; *c* zerlegt die letztere in eine obere schmälere und in die Mutterzelle des Blattes. Bei Bl. 16 wird von der Blattmutterzelle, bevor sie ihre schiefen, seitlichen Teilungen beginnt, noch eine schmale Zelle nach unten durch die Wand *e* abgeschnitten. (*B* nach Kny. *A* Original.)

dreiflächig zugespitzte, seltener und nur bei den zweizeilig beblätterten Stämmen (z. B. *Pteridium*, *Hymenophyllaceae*) eine zweiflächig zugeschärfte Scheitelzelle gebildet wird.

Der Scheitel des Stammes steht bei den meisten dorsiventral gebauten Farnen als äußerst flach gewölbter Höcker in einer dem Rhizomende eingesenkten, ebenfalls ziemlich flachen Grube und ist außerdem durch dicht gedrängte, convergierende junge Spreuschuppen geschützt (Fig. 23 *B*). Nur in einigen wenigen Fällen ist der Scheitel in eine mehr oder weniger tiefe, enge, durch Spreuhaare und Schleim verklebte Grube eingesenkt (Fig. 21). Der Stammscheitel der *Davallien* tritt dagegen als kleiner Höcker hervor, wel-

cher nur durch die allerdings sehr festen Spreuschuppen geschützt wird. Der Scheitel der meisten radiär gebauten Farne wölbt sich wohl etwas mehr hervor, wird aber nur selten von einem so langgestreckten Vegetationskegel wie z. B. demjenigen von *Ceratopteris* (Fig. 22, *B*) gebildet. In dem letzteren Falle ist das Wachstum ein relativ schnelles, und man findet oft schon wenige Wochen nach der Entwickelung des Stämmchens eine größere Anzahl von Blattanlagen; Kny zählte deren 29—30. Da aber, wie namentlich an diesem Objecte mit Sicherheit nachzuweisen ist, aus jedem Segment der Scheitelzelle je eine Blattanlage hervorgeht — Seitensprosse werden an dem Vegetationskegel von *Ceratopteris* nicht angelegt (man vergl. bei »Adventivknospen«) —, so ergiebt sich, dass

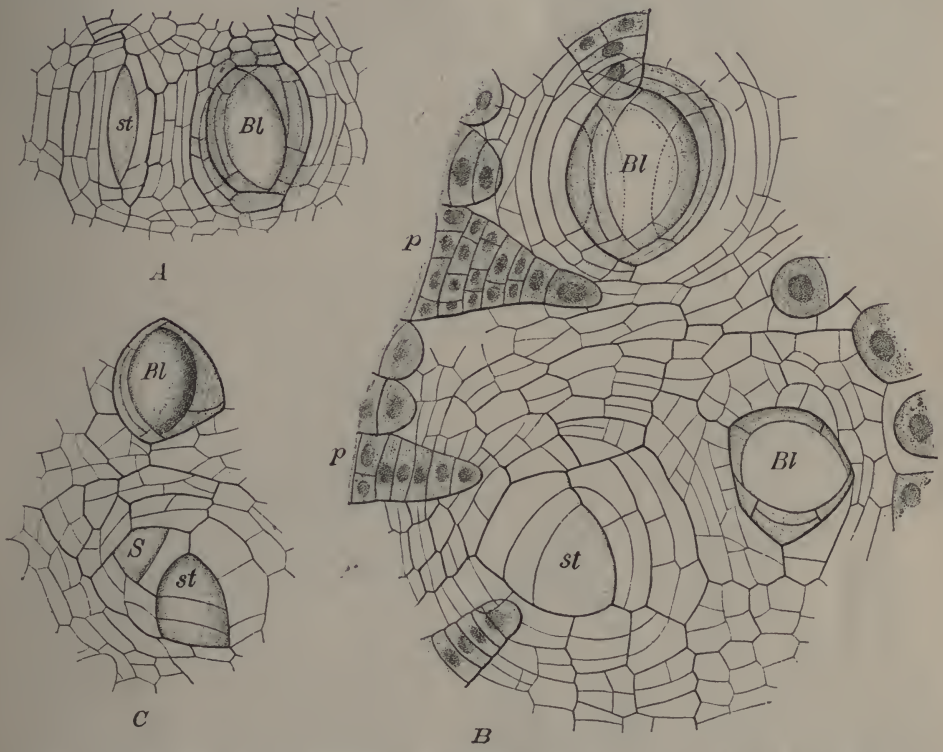


Fig. 23. Scheitelansichten des fortwachsenden Stammendes dorsiventraler Farne; *st* die Stammscheitelzelle *Bl* Blattanlagen; *S* Anlage der Seitensprosse; *p* Spreuschuppen. — *A Pteridium aquilinum* (L.). Zweiflächige zugeschärfte Stammscheitelzelle nebst einer Blattanlage. — *B* und *C Polypodium vulgare* L. *B* dreiseitig zugespitzte Stammscheitelzelle nebst zwei Blattanlagen und den Enden mehrerer junger Spreuschuppen. *C* dreiseitig zugespitzte Stammscheitelzelle nebst einer Seitenspross- und einer Blattanlage. Vergr. 280. (Nach Klein.)

dem schnellen Wachstume des Vegetationskegels auch die Entwickelung zahlreicher Segmentierungen der Scheitelzelle entspricht. Bei den meisten anderen radiär gebauten Arten ist das Wachstum des Farnstämmchens am Scheitel wohl ein trägeres, wenn sich von der Anzahl der Blattanlagen einer Vegetationsperiode auf die Wachstumsintensität des Scheitels schließen lässt. Für diejenigen radiär gebauten Farne, welche keine Seitensprosse entwickeln, wird man wohl im allgemeinen annehmen können, dass jedes Segment der Stammscheitelzelle im Verlaufe des Wachstums je eine Blattanlage erzeugt. In welcher Weise aber die Anlage von Seitensprossen stattfindet, ist für die radiär gebauten Farne noch nicht festgestellt worden, wahrscheinlich erfolgt sie wohl in ähnlicher, resp. analoger Weise, wie bei den dorsiventralen Farnen (man vergl. unten).

Außerordentlich langsam vollzieht sich bei den dorsiventral gebauten Farnen das Wachstum des Scheitels und infolge dessen auch die Segmentierung der Scheitelzelle;

in einem Jahre erfolgen nur einige wenige Teilungen derselben, und dem entspricht auch die Anzahl der Blattanlagen, indem jedes Segment der beiden dorsiventralen Segmentzeilen je ein Blatt erzeugt, wie Klein z. B. für *Polypodium vulgare* nachweisen konnte. Aber die Blattanlage ist als solche erst im 4.—6. Segment kenntlich und ist nicht an ein bestimmtes Alter eines Segmentes gebunden. Am Scheitel selbst vollzieht sich hierbei — entgegen der früher allgemein verbreiteten Vermutung — das Wachstum gerade am langsamsten, und die Volumzunahme des wachsenden Stämmchens wird daher gegen die Scheitelzelle hin geringer.

Die Verzweigung des Stammes ist bei den dorsiventral gebauten Farnen nicht auf eine Gabelung derselben zurückzuführen, sondern auf die Entwickelung von Seitensprossen, welche — unabhängig von den Blattanlagen — am Vegetationspunkt des Stammes angelegt werden und allmählich ein gleiches Wachstum wie der Hauptstamm erhalten. Blatt und Seitenspross sind durchaus selbständig entstehende, von einander unabhängige Gebilde, und es ist daher nicht richtig, hier vom »Tragblatt« axillärer Verzweigung u. s. w. zu reden, wie dies früher fast durchweg geschehen ist. Da die Seitensprosse eine gleichartig gestaltete Scheitelzelle, wie der Hauptspross führen, in den meisten Fällen also eine dreiseitig zugespitzte Scheitelzelle, so sind dieselben bald nach ihrer ersten Anlage erkennbar und in den meisten Fällen von den jungen Blattanlagen, welche stets eine zweiflächig zugeschärfte Scheitelzelle führen, leicht zu unterscheiden. (Fig. 23, *C*, *S*).

Leitbündelverlauf. — In der jungen Keimpflanze findet man ein von der Wurzel nach dem Vegetationspunkt des Stammes verlaufendes centrales Bündelsystem, welches sich mit dem Bündel des ersten Keimblattes vereinigt. Außerdem entsendet es nach dem Fuße des Embryo eine daselbst blind endigende Verzweigung, welcher die Aufgabe zufällt, der jungen Pflanze aus dem Prothallium die Nährstoffe zuzuführen, so lange bis die Wurzeln der Keimpflanze in die Erde gedrungen und im stande sind, aus dem Substrat die Nährstoffe aufzunehmen. Die Stränge der nächsten darauffolgenden Blätter vereinigen sich ebenfalls mit dem Hauptstrange zu einem axilen Bündelsystem, und bei einigen Farnen bleibt dieser einfache Bau (Monostelie) auch dem erwachsenen Stamme, der Strang hat dann meist einen kreisförmigen Querschnitt, wie z. B. in den Stämmchen von *Hymenophyllum*-, *Gleichenia*-, *Lygodium*-, *Schizaea*-Arten, in den blattlosen Stolonen von *Nephrolepis*, in den Rhizomen von *Pilularia minuta*, ausnahmsweise auch bei schwacher *P. globulifera* und in den Stämmchen der Salviniaceen (bei *Salvinia rotundifolia* im Querschnitte hufeisenförmig). In anderen, wohl den meisten Fällen, erweitert sich der ursprünglich centrale Strang bereits in der Keimpflanze zu einem Hohlcylinder, welcher durch Auseinanderweichen einzelner Teile des centralen Stranges entsteht und durch Blattlücken unterbrochen wird. Im erwachsenen Stamme trennt dieser Hohlcylinder (resp. Röhre) das Grundgewebe in einen inneren centralen Parenchymcylinder (Mark) und einen äußeren peripherischen Parenchymmantel (Rindenparenchym). An jeder Blattinsertion hat diese Röhre eine Lücke, Blattlücke, von deren Rand ein oder mehrere Bündel ins Blatt abgehen; im übrigen ist sie geschlossen oder netzartig durchbrochen. Die meisten Arten von *Dennstaedtia* (z. B. *D. tenera*, *scandens*, *davallioides*, *punctiloba*) haben eine bis auf die Blattlücken geschlossene Röhre, das in das Blatt tretende Bündel entspringt von dem ganzen Rande der Lücke als eine continuierliche concave Platte, die nur ausnahmsweise an ihrem Grunde eine Strecke weit in mehrere neben einander liegende Stränge gespalten ist (de Bary). Die gleiche Structur findet sich bei sämtlichen Arten von

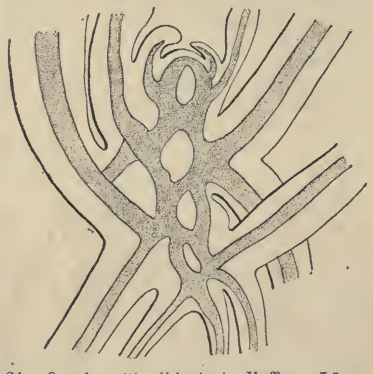


Fig. 24. *Onoclea Struthiopteris* Hoffm. Längsschnitt durch eine Keimpflanze, den Verlauf der Gefäßbündel zeigend. 5mal vergr. — (Nach R. Kühn.)

Microlepia und *Hypolepis*, bei den der letzteren Gattung nahestehenden Arten von *Phegopteris* und den Arten von *Pteris* aus der Abteilung von *vespertilio* und *aurita*; ferner bei *Polypodium Wallichii* und *conjugatum*, auf deren Gefäßbündelröhre zuerst R. Brown aufmerksam machte, und von deren schmal gespaltener Blattlücke jederseits ein Bündel in das Blatt tritt. In einigen Fällen kommen zu dieser centralen Bündelröhre noch accessorische Bündel hinzu, welche in dem centralen Teile des Grundgewebes oder auch in dem peripherischen Teile desselben ein entweder mit dem axilen Bündelsystem verwachsenes oder von demselben isoliertes Netz bilden (man vergl. unten). — Bei den radiär gebauten Farnen (man vergl. Fig. 25) werden die im Querschnitte runden oder elliptischen Stränge der axilen Röhre oft sehr dünn, die gleichmäßig um die ganze Röhre herum verteilten Blattlücken dagegen relativ groß. Die Röhre erhält somit die Form eines Netzes, dessen Maschen die Blattlücken sind. Auch hier gehen von dem Rande derselben ein oder mehrere Bündel ins Blatt ab. Bei den dorsiventralen, alternierend 2zeilig beblätterten Farnen werden die Maschen des Netzes natürlich nur durch 2-zeilig rechts und links alternierende Blattlücken gebildet. Begrenzt werden dieselben aber durch mehr oder weniger bandförmige Stränge, nämlich einen Ober- und einen Unterstrang, zwischen denen Querstränge von gleicher oder annähernd gleicher Beschaffenheit alternieren (Fig. 27, 28, 29). Von dem Rande der Blattlücken entspringen (nebst den Bündeln für Seitensprosse, x) die gegen die Blattinsertionsstelle convergierenden, bis dahin aber im Stamme ziemlich senkrecht verlaufenden dünnen und schmächtigen Blattbündel (*b*), welche nicht selten sowohl unter einander als auch mit dem Ober-und Unterstrange anastomosieren (Fig. 27, 28, 29). Im Querschnitte des Stammes erkennt man die mehr oder weniger kreisförmige oder — bei abgeplatteten Stämmen — elliptische Anordnung sämtlicher Bündel. Eine Abweichung von diesem Typus findet statt, wenn an Stelle des Unterstranges 2 oder

Fig 25. Stammskelette radiär gebauter Farne. — *A Aspidium cristatum* Sw. Bündelnetz des Stammes, nur die dem Beobachter zugekehrte Hälfte ist in der Zeichnung näher ausgeführt. 3mal vergr. Von den Rändern der Maschen gehen meist je 4 Bündel in jedes Blatt ab, die mit × bezeichneten Bündel sind die Wurzelbündel. *a* Bündelentwickelung der Zweige. — *B—D Aspidium filix mas* L. *B* ein Stammende, dessen Blattstiele abgeschnitten sind (nur die jüngsten Blätter der Endknospe sind erhalten, um die Anordnung der Blätter zu zeigen); *b* Blattstielquerschnitte; *w* Wurzeln. *C* ebensolches Stammende, Bündelnetz durch Abschälung der Rinde bloßgelegt. *D* Masche des Netzes mit den Ansätzen der Bündel. *E* Entrindeter Blattstiel mit Spross; das Bündelnetz des Sprosses gleicht nicht dem des Blattstieles, sondern dem des Hauptstammes. *a* Bündelnetz des blattstielbürtigen Sprosses; *b* dasjenige des Blattstieles. — (*B—D* aus Sachs Lehrbuch, die übrigen Figuren nach Stenzel.)

mehrere netzförmig anastomosierende Stränge auftreten, welche nicht dicker sind, als die Blattbündelchen, der Unterstrang also in ein Netz von Strängen gespalten wird. In anderen Fällen findet man Oberstrang, Unterstrang, Blattbündelchen und alle Anastomosen von annähernd gleicher Stärke. Alsdann ist an Stelle des regelmäßig von Blattlücken durchbrochenen Bündelsystems gleichsam ein reichmaschiges unregelmäßiges Netz getreten, und die Blattlücken können nur durch ihre Lage zu beiden Seiten des Oberstranges, wo die Bündel in die Blätter austreten, erkannt werden.

Fig. 26. *Aspidium* (*Filix mas* L. Querschnitt durch einen kräftigen Stamm mit $^{8}/_{21}$ Blattstellung. Nat. Gr. (Nach de Bary).

Fig. 27. *Davallia dissecta* P. Sm. Rhizom, schwach vergr. *A* Bündelsystem ausgebreitet in der eben gelegten Cylinderfläche. *o* Oberstrang, *u* Unterstrang, *b* Blattinsertionsstelle bei × Ursprungsstelle eines Seitensprosses. *B* Querschnitt. (Nach Mettenius.)

Fig. 28. *Aspidium coriaceum* Sw. Rhizom, schwach vergr. *A* Bündelsystem ausgebreitet in der eben gelegten Cylinderfläche. *o* Oberstrang, *u* Unterstrang, *b* Blattinsertionsstelle, bei × Ursprungsstelle eines Seitensprosses. *B* Querschnitt. (Nach Mettenius.)

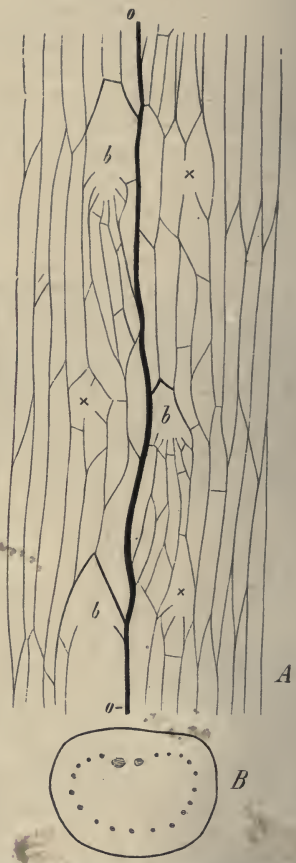


Fig. 29. *Polypodium fraxinifolium* Jacq. Rhizom, schwach vergr. *A* Bündelsystem ausgebreitet in der eben gelegten Cylinderfläche. *o* Oberstrang, *b* Blattinsertion, bei × Ursprungsstelle eines Seitensprosses. *B* Querschnitt. (Nach Mettenius.)

Wenn auf dem Querschnitte des Stammes mehrere concentrische Bündelringe gefunden werden (z. B. *Pteris*- und *Saccoloma*-Arten (Fig. 30), *Marattiaceae*, *Ceratopteris*), so ist dies darauf zurückzuführen, dass die aus der axilen Bündelröhre zu einem Blatte laufenden Bündel nicht sofort zu demselben ausbiegen, sondern in dem äußeren, peripherischen Cylinder des Grundgewebes eine große Strecke weit aufsteigen und sowohl unter einander als mit den zu einem benachbarten B. angehörenden Bündeln mehrfach anastomosieren.

Fig. 30. *Saccoloma adiantoïdes* Mett. Querschnitt des Stammes. Nat. Gr. Bei *a* das bandförmige Bündel eines Blattes, von dem äußeren Ringe eben erst abgetrennt, *b* und *c* Bündel zweier successive höherer Blätter, von dem äußersten Ringe noch nicht abgetrennt, sondern Ausbuchtungen desselben darstellend. Die in die Blätter tretenden Bündel sind fein undauliert. Die Bündel aller Kreise werden von einer Scheide dunkleren, dickwandigeren Parenchyms umgeben. (Nach Mettenius.)

Fig. 31. *Cyathea Imrayana* Hook. *A* Axiler Längsschnitt. Nat. Gr. Der Schnitt ist etwa 3 mm dick, größtenteils durchscheinend; die in eine Fläche gezeichneten schwarzen Stereom- und blassen Leitbündelstreifen liegen nicht alle genau, aber doch nahezu in einer Ebene. Einzelne aus der Tiefe durchschimmernde Stücke der Hauptstereomscheide *s*—*s'* und unten zwei schräg gesehene Stücke der Stammoberfläche sind von der Schnittfläche aus abschattiert. *a* Leitbündel des Hauptrohres, *s* äußere, *s'* innere Platte seiner Stereomscheide; innen von *s'* das Mark mit seinen, außen von *s* die Rinde mit ihren Bündelchen; *f* Grübchen der Blattbasis; *r* Rindenbündel, *b* Blattnarben, *bl* in Blätter austretende Leitbündel, *w* Wurzelansätze, *m* ein in's Mark lanfendes Blattbündel, über x blindes Ende eines (mikroskopisch untersuchten) Markbündels. — *B* Querschnitt durch den lebenden Stamm, nat. Gr., von oben gesehen. Bei *b*, *c*, *d* Blattlücken. Alle ganz schwarzen Streifen und Punkte sind Stereom-, alle blasseren Leitbündelnerschnitte. Die Buchstaben *a*, *s*, *s'*, *f* haben dieselbe Bedeutung wie bei *A*. — *C* Stück eines lebenden Stammes mit vier Blattstielbasen, nach Abschälung der äußeren Rindenschichten, von außen gesehen. Die Ränder von 4 Blattlücken, die von ihnen entspringenden, in die Blätter gehenden Bündel mit den daran sitzenden (schwarzen) Wurzelanlagen und die in der Rinde absteigenden Bündelchen sind frei gelegt, letztere und die Wurzelanlagen ganz frei, die übrigen noch von wenigem durchsichtigen Parenchym bedeckt, durch welches sie klar sichtbar und alle Teile in ihrer natürlichen Lage zusammengehalten werden. Nat. Gr. (Nach de Bary.)

Mehrere Arten der Cyatheaceen enthalten nur eine axile netzartige Bündelröhre. Die breiten und bandförmigen Stränge (Bündel) derselben sind mit gewaltigen schwarzbraunen Sklerenchymscheiden versehen und werden zu festen Platten, deren Ränder aber in einer für die ganze Familie der Cyatheaceen ziemlich charakteristischen Weise nach außen gekrümmt sind, während die Maschen dieses Netzes ziemlich klein bleiben. Diesen Bau besitzen *Dicksonia* (*Balantium*) *antarctica*, *D. Karsteniana*, *Cibotium Schideï*, *C. glaucescens*, *Plagiogyria biserrata*, *Alsophila pruinata*, *A. blechnoides*. Die meisten anderen Cyatheaceen, namentlich *Cyathea*- und *Alsophila*-Arten, führen aber neben der einfachen, axilen Bündelröhre accessorische Bündel, d. h. kleine Bündel, welche von den Blattlücken aus durch den Centralcylinder des Grundgewebes verlaufen und daselbst ein lockeres, zartes Netz bilden. Manche Arten der genannten Gattungen, z. B. *C. Imrayana* (man vergl. Fig. 31) entwickeln außerdem noch im Rindenparenchym ein Netz. Die Bündel dieses accessorischen Netzes entspringen von den Bündeln, welche von der axilen Bündelröhre ins Blatt treten, und zwar dicht über der Stelle, wo sie von den Blattlücken abgehen. Von ihrer Ursprungsstelle steigen sie in steilem Bogen in das Parenchym der Rinde hinab, um daselbst meist ein Bündelnetz mit langgestreckten, teils vollständig geschlossenen, teils einseitig offenen Maschen zu bilden. Eigentümlicherweise fehlt diesen etwa borstendicken Bündeln von *Cyathea Imrayana* meist ganz oder doch wenigstens teilweise eine Stereomscheide.

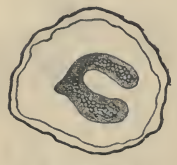


Fig. 32. Das im Querschnitte hufeisenförmige Gefäßbündel eines Keimpflänzchens von *Pteridium aquilinum* (L.) Etwa 30mal vergr. (Nach Hofmeister.)

Auch in den Stämmen dorsiventral gebauter Farne treten accessorische Bündel im Rindenparenchym auf, indem die nach dem Oberstrangtypus gebaute centrale Bündelröhre durch ein reich gegliedertes rindenständiges Bündelsystem verstärkt wird, so z. B. bei *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (Fig. 33) und *Polybotrya Meyeriana* Mett.

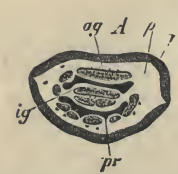


Fig. 33. *Pteridium aquilinum*. Querschnitt durch den erwachsenen Stamm; wenig vergr. *r* braune, sclerotische äußere Rindenschicht, *p* farbloses, weiches Parenchym, *ag* der breite obere Strang des äußeren rindenständigen Bündelnetzes, *ig* die axilen Stränge (Ober- und Unterstrang), *pr* die die letzteren von dem äußeren Bündelnetz trennenden Stereomplatten. (Aus Sachs, Lehrbuch.)

In der Keimpflanze von *Pteridium* entwickelt sich von der Vereinigungsstelle des ersten Blattes und der ersten Wurzel aus ein das Stämmchen durchziehendes, axiles, im Querschnitte hufeisenförmiges Leitbündel (Fig. 32), dessen beide Schenkel sich später in einen Ober- und Unterstrang trennen. Nach der Bildung von 7—9 B. entwickelt sich daselbst am Scheitel des Stammes die erste Seitenknospe, durch welche die erste Verzweigung des Stammes eingeleitet wird, und annähernd gleichzeitig oder bald darauf findet die genannte Trennung des axilen Bündels und dadurch die Bildung von Ober- und Unterstrang statt. Wenn die Länge des Seitensprosses etwa 5—6 cm erreicht hat, gehen von den beiden Bündelsträngen schwächere, in dem Rindenparenchym verlaufende Bündel ab, welche in der Nähe der Insertion eines B. anastomosieren und allmählich ein hohlcylindrisches Netz mit langgezogenen Maschen bilden. Dasselbe wird aber im weiteren zu einem von den Hauptsträngen mehr oder weniger isolierten, äußeren Bündelnetz. Dieser Bau verbleibt im wesentlichen auch dem völlig erwachsenen Stamme. Zu bemerken ist noch, dass das obere dieser Bündel durch eine wesentlich größere Breite von den übrigen ausgezeichnet ist, und dass das rindenständige Bündelnetz von dem Ober- und Unterstrange durch breite braune Stereomplatten getrennt ist. (Fig. 33). Ein peripherisches Bündelnetz wurde von Mettenius auch in dem Stamme von *Polybotrya Meyeriana* Mett. gefunden. Dasselbe umgiebt aber das axile Bündelsystem nicht kreisförmig, sondern ist mehr oder weniger ungleichmäßig um dasselbe angeordnet. Die Wurzelstränge gehen hier, wie bei *Pteridium*, nur von dem äußeren Bündelnetze ab.

Das Blatt. — Bei den Farnen findet man in ähnlicher Weise wie bei den übrigen Pteridophyten (man vergl. unten) die Blätter, welche man hier auch mit dem Namen »Wedel«, »Farnwedel« bezeichnet, in zweierlei Modificationen, nämlich als gewöhn-

liche Laubb. und als fertile B. Die ersteren haben die alleinige Bestimmung, der Pflanze durch den Assimilationsprocess organische Nährstoffe zuzuführen, den fertilen B. fällt dagegen im wesentlichen die Aufgabe zu, die Sporangien und Sporen zu entwickeln. In einigen Fällen sind die letzteren durch ihre äußere Form von den Laubb. deutlich verschieden (z. B. *Blechnum*), in den anderen Fällen dagegen sind die die Sporangien tragenden B. und die Laubb. mehr oder weniger gleichgestaltet, oder man beobachtet an der erwachsenen Pflanze nur fertile B., welche in der äußeren Form grünen Laubb. gleichen, während die Entwickelung der letzteren nur in den ersten Jugendstadien der Pflanze erfolgt. Dass in den beiden letzteren Fällen die fertilen B. auch die Bestimmung haben, durch den Assimilationsprocess Kohlehydrate für die Pflanze zu beschaffen, bedarf keiner weiteren Begründung.

Die B. erreichen in ihrem ausgebildeten Zustande oft eine sehr beträchtliche Größe; schon die reichlich gefiederten B. eines im üppigen Wachstum begriffenen *Aspidium Filix mas*, oder die selbst in unseren Gegenden mitunter mehr als Mannesgröße erreichenden Blätter von *Pteridium aquilinum* deuten dies an. In Südwestaustralien und auf den benachbarten Inseln (Neuseeland u. s. w.) erreichen die von dem kriechenden Rhizom aus senkrecht emporsteigenden B. dieser kosmopolitischen Pflanze sogar doppelte Mannesgröße und bilden oft dicht bewachsene Complexe, so dass dadurch ganze Waldstrecken unpassierbar werden. Ebenfalls sehr erhebliche Dimensionen finden wir bei den B. der Cyatheaceen, die bedeutendsten Entwickelungen der Länge jedoch bei denjenigen B., deren Spitzenwachstum ein sehr lange andauerndes ist, wie z. B. bei mehreren Gleicheniaceen und Schizaeaceen; bei *Lygodium* beschränkt sich das Spitzenwachstum meist auf den Blattstiel oder die Rachis, welche dann an anderen Waldpflanzen emporklimmt und einem schlingenden Stengel ähnlich wird, an dem die primären Blattfiedern scheinbar die B. vorstellen. Einer solchen Ausgiebigkeit der Blattentwickelung gegenüber erscheinen die einfachen B. eines *Asplenium septentrionale* fast nur winzig, in noch höherem Grade aber contrastieren damit die nur an der Ader mehrschichtigen B. von *Trichomanes*-Arten, insbesondere z. B. die schildförmigen B. derselben, deren Unterseite durch Rhizoïden, welche aus den Blattadern entspringen, an der Baumrinde haftet.

Bei tropischen epiphytischen Farnen findet man mitunter auch eine ausgeprägte Heterophyllie, so z. B. bei denjenigen Arten, welche, wie *Polypodium quercifolium* L. sog. Nischenblätter ausbilden. Die letzteren sind stets ungestielt, aber an der Basis ausgeprägt herzförmig, an ihrem Rande fiederförmig eingebuchtet und auf ihrem Rücken convex gewölbt. Durch die infolge dessen eingekrümmten Seitenränder, sowie durch die breite Basis, mit welcher sie dem Stamme aufsitzen und denselben umgeben, bilden sie mit dem letzteren eine oben offene, unten geschlossene Nische (Fig. 34 *B*). Es sammeln sich daselbst herabgefallene und hineingeschwemmte Blätter, Zweigfragmente und anderer Detritus, aus dessen Verwitterung bald Humus hervorgeht, der nach allen Seiten hin von den aus dem Farnstamme hervortretenden Wurzeln durchwuchert wird. Die Nischenb. sind also weniger dazu bestimmt, gleich den normalen Laubb. durch den Assimilationsprocess dem Leben der Pflanze zu dienen, sondern ihnen kommt im wesentlichen die Funktion zu, in der Nische Humus anzusammeln und dadurch der Pflanze Nährstoff zuzuführen. Dieser Bestimmung können die Nischenb. aber auch im trockenen und abgestorbenen Zustande genügen, solange sie nur überhaupt an der Pflanze in der oben beschriebenen Form befestigt bleiben. Sie besitzen auch im allgemeinen eine nur kurze Lebensdauer und vertrocknen relativ schnell, nachdem ihre Entwickelung vollendet ist, bleiben aber in dieser trocknen Form lange Zeit als Nahrungsbehälter an der Pflanze haften. Dieser Funktion können auch Nischenb. dienen, welche im wesentlichen nur noch aus dem Netze der Blattrippen bestehen; die letzteren sind daher auch sehr fest gebaut und besitzen namentlich einen Sklerenchymmantel, der nur an einigen Stellen von einem dünneren, mit Intercellularräumen versehenen Gewebe unterbrochen ist. Irgendwelche Regelmäßigkeit in der Aufeinanderfolge von normalen Laubb. und Nischenb. hat man bis jetzt mit Sicherheit noch nicht beobachtet; die letzteren trifft man aber in der Regel in erheblich größerer Anzahl an, als die ersten.

Bei den Arten der Gattung *Platycerium*, welche sämtlich Epiphyten sind, findet man ebenfalls eine sehr ausgeprägte und daher schon lange bekannte Heterophyllie, welche jedoch von der oben beschriebenen in einer z. T. bemerkenswerten Art und Weise ab-

Fig. 34. *A* Bedeutend verkleinertes Habitusbild von *Polypodium quercifolium* L., epiphytisch, mit kriechendem Stamme und einer großen Anzahl Nischenb. und Laubb. Nach einer Photographie aus dem Botanischen Garten in Buitenzorg. *B* Kleines Stück einer an einem Stamme emporkriechenden Pflanze von *Polypodium rigidulum* Sw. *N* Nischenblatt. (Nach Goebel.)

weicht. Die Laubb. und die fertilen Blätter sind daselbst gleich gestaltet; sie verbreitern sich aus schmaler, stielförmiger Basis allmählich und bilden eigenartige, in einer und derselben Ebene liegende hirschgeweihförmige Verzweigungen (*Platycerium*, Flach-

geweih). Die andere Modification der Blätter wird dagegen von den sog. »Mantelblättern« gebildet, welche bei *Platycerium alcicorne* und *P. Hilli* in sehr großer Anzahl auftreten. Sie sind ungestielt, nierenförmig und ungegliedert, liegen dem Substrat dicht an und bedecken mitunter eine relativ recht bedeutende Fläche. Sie liegen wie die Blätter eines Buches zahlreich aufeinander und verhindern oder verzögern doch wenigstens das Austrocknen des Substrates, da sie ebenfalls (man vergl. unten) Einrichtungen für die Wasserspeicherung besitzen; außerdem schützen sie die Wurzeln durch die Bedeckung und bieten denselben eine mit Feuchtigkeit sich leicht tränkende Humusmasse. Bei anderen *Platycerium*-Arten (*P. grande*, *biforme*, *Willinkii*, *Stemmaria*) tritt auch die Bedeutung dieser B. als Humussammler deutlich hervor, da sie nur in ihrem unteren Teile als Mantelb. dienen, in ihrem oberen Teile dagegen als Nischenb.; man bezeichnet diese B. daher als »Mantel-Nischenblätter.« Der untere Teil derselben besitzt eine sehr breite Basis, welche dem Stamme, auf welchem der Farn wächst, resp. den

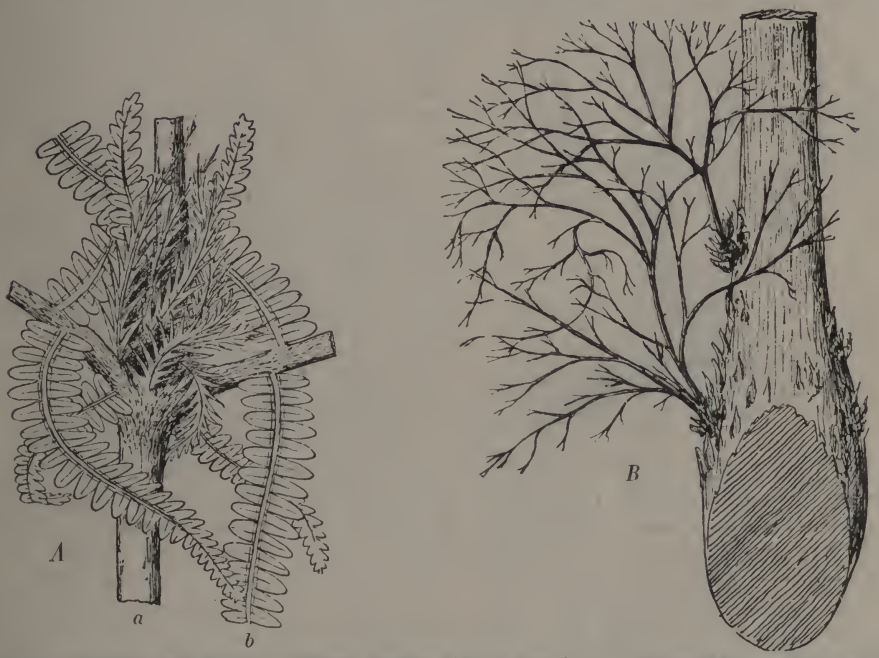


Fig. 35. *A* Ein Wedelstückchen von *Gleichenia gigantea* Wallich. (Nat. Gr.). *a* Hauptspindel mit Adventivfiedern, *b* Spindel 2. Ordnung mit normalen Fiedern. (Nach W. J. Hooker.) — *B* Basis des Wedelstiels von *Hemitelia capensis* R. Br. mit Adventivfiedern. (Nat. Gr.). (Nach Schimper.)

älteren B. desselben dicht anliegt. Der obere Teil des B. dagegen steht vom Stamme ab und ist in eine Anzahl Lappen geteilt. Während die Laubb. und die fertilen B. nach einiger Zeit abgestoßen werden, bleiben die Mantel-Nischenb. am Farnstamme sitzen, verwittern z. T. und bilden eine Anzahl von Lagen, zwischen denen die Wurzeln des Farns sich ausbreiten. Der obere Teil dieser B. aber bildet eine mächtige Nische mit dem Baumstamme, welche durch den dicht anliegenden unteren Blattteil geschlossen wird. In dieser Nische sammeln sich dann auch sehr bedeutende Humusmassen an, welche von den Wurzeln des Farns durchzogen werden. Diese Mantel-Nischenb. besitzen außer den oben angeführten Funktionen noch diejenigen der Assimilationsorgane und der Wasserspeicher, und zwar dienen als solche die unteren Teile des B. Während nämlich der obere Teil eines Mantel-Nischenb. von *Platycerium biforme* noch nicht 1 mm dick ist, wird der untere in der Nähe der Anheftungsstelle etwa 14 mm dick, und zwar wird diese Dicke namentlich durch das Vorhandensein eines Wassergewebes bedingt, in welchem auch die Intercellularräume Wasser enthalten (Goebel).

Auch bei der einjährigen *Ceratopteris thalictroides* Brongn., einem in den Tropen verbreiteten Sumpffarn, findet man, gewissermaßen als eine Modification der Heterophyllie ebenfalls zweierlei Arten von B., Schwimmb. und aufrecht emporstehende Luftb. Die ersteren bilden sich zuerst aus und sind — mit Ausnahme der Keimb., welche einfachere Formen haben, — unpaarig gefiedert, die einzelnen Fiedern sind breit und mehr oder weniger rhombisch. Die Fiedern der Luftb. dagegen findet man stets schmal und annähernd linealisch, auch werden sie meist fertil, während die Schwimmb. niemals Sporangien tragen. Beide Blattformen führen Spaltöffnungen, die Schwimmb. auf der Oberseite, die Luftb. auf der Unterseite, also in gleicher Weise, wie die anderen assimilierenden B. höherer Pflanzen.

Andere Modificationen der Heterophyllie beobachtet man auch z. B. bei den Acrostichaceen (man vergl. darüber im speciellen Teile).

Auch eine stark ausgeprägte Heteromorphie der einzelnen Fiedern eines und desselben Wedels ist eine besonders bemerkenswerte Eigentümlichkeit mancher tropischer Farne. Als Beispiel sei *Lomariopsis sorbifolia* (L.) Fée genannt; überdies bietet diese Art wie eine Anzahl anderer, namentlich Gleicheniaceen und Cyatheaceen die Erscheinung, dass ihre Wedel außer den Hauptfiederchen noch am Blattstiel, resp. an den Hauptspindeln ihrer Gestaltung nach durchaus von den übrigen abweichende, z. B. unregelmäßig-geschlitzte Fiedern tragen (Fig. 35*a*). Über die vermutliche morphologische Bedeutung dieser gewöhnlich Adventivfiedern (auch accessorische, anormale oder aphleboïde Fiedern) genannten Gebilde ist näheres am Schluss der Filices bei der Betrachtung der fossilen Reste gesagt.

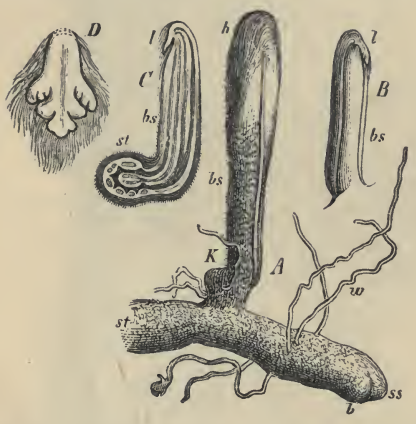


Fig. 36. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. *A* das Ende eines Stammes *st*, dessen Scheitel bei *ss* liegt, neben diesem bei *b* eine junge Blattanlage, *bs* der Stiel eines Blattes im zweiten Jahre, bei *h* dessen durch Haare verhüllte Lamina; *K* eine Knospe am Rücken des Blattstieles; *w* Wurzeln. — *B* junges Blatt im zweiten Jahre, *bs* sein Stiel, *l* seine von den Haaren befreite Lamina. — *C* Längsschnitt eines solchen Blattes mit dem Querschnitt des Stammes *st* zusammenhängend, *bs* und *l* wie bei *B*. *A*, *B*, *C* natürl. Gr. — *D* die etwa 5mal vergrößerte Lamina eines Blattes im zweiten Jahre von vorn, d. h. von der Oberseite gesehen; es sind die ersten Fiedern angelegt. (Aus Sachs Lehrbuch.)

Die Entwickelung des Blattes ist bei den einzelnen Familien manchen Verschiedenheiten unterworfen; insbesondere z. B. nimmt die Ausbildung des B. zuweilen mehrere Jahre in Anspruch. Dies beobachtet man aber nicht allein bei solchen B., welche in fast ununterbrochenem Spitzenwachstume begriffen sind (z. B. *Lygodium*-Arten), sondern auch bei denen, welche ein durchaus beschränktes Spitzenwachstum besitzen. Die B. von *Pteridium aquilinum* z. B. (Fig. 36) vollenden erst im 3. Jahre, nachdem sie am Vegetationspunkt angelegt worden sind, ihren Entwickelungsgang.

Nichtsdestoweniger lässt sich der Entwickelungsgang des B. im allgemeinen auf einen, den *Eufilicineae* eigentümlichen Typus zurückführen, der schon durch die ganz äußerliche Erscheinung dadurch angedeutet ist, dass die B. im Knospenzustande in der bekannten eigenartigen Weise eingerollt sind. Hierin sowohl wie in der Anlage und Entwickelung stimmen Laubb. und fertile B. im wesentlichen überein und mögen daher im Nachfolgenden eine gemeinsame Darstellung finden. Die Entwickelung der oben erwähnten Nischen- und Mantelb. ist nicht näher bekannt.

Die Entstehung des Blattes ist auf die Hervorwölbung einer Zelle über die Oberfläche des Vegetationspunktes des Stammes zurückzuführen, das Wachstum desselben beginnt entweder in analoger Weise wie beim Cotyledo (man vergl. oben), so dass bald nach den ersten Teilungsvorgängen das unten näher erörterte Randzellenwachstum eingeleitet wird, oder es bleiben bei der dem Wachstume des Scheitels folgenden Zerklüftung desselben zunächst die Periklinen aus.

In dem letzteren, zugleich auch weitaus häufigsten Falle wird am Scheitel des Blattes eine keilförmig zugeschärfte Scheitelzelle gebildet (Fig. 37 *A*). Früher oder später aber, je nach den einzelnen Arten, wird auch hier eine perikline Teilungswand in der Scheitelzelle wahrgenommen (Fig. 37 *B* u. *C*), wodurch der bisherige Teilungsmodus unterbrochen und zu dem des allgemeinen Randzellenwachstums übergeführt wird; es setzt nämlich in der Mitte dieser Perikline sehr bald eine antikline Teilungswand an, so dass nun zwei gleich große äußere Randzellen gebildet werden. In jeder dieser Rand-

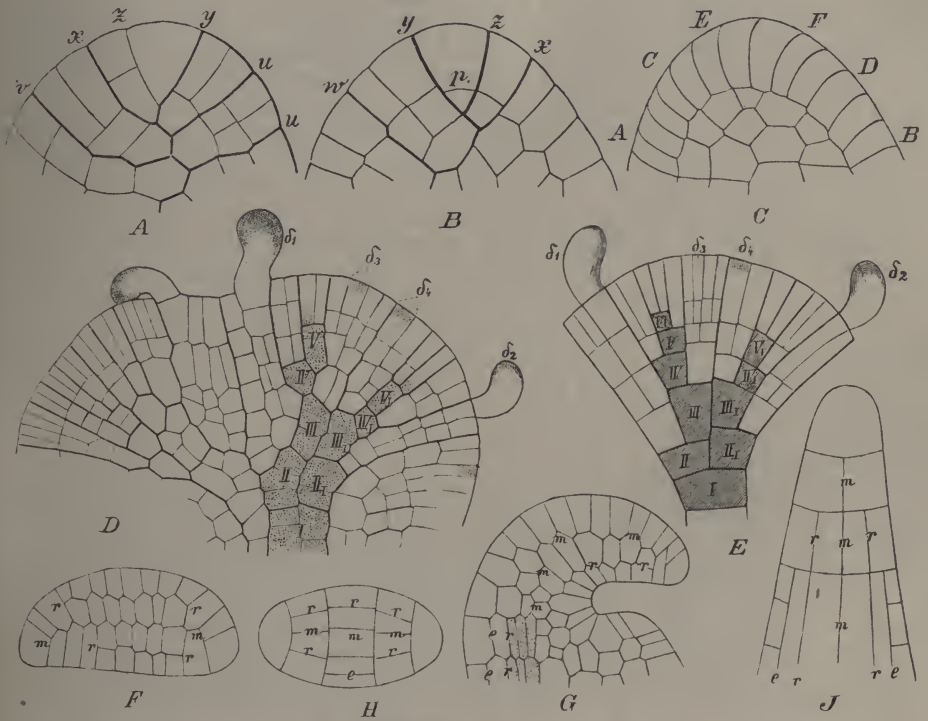


Fig. 37. Entwickelung des Farnblattes. *A—B Osmunda regalis* L. (200mal vergr.). *A* Junge Blattanlage mit Scheitelzelle. *B* desgl., aber in der Scheitelzelle ist bereits eine Perikline (*p*) aufgetreten, wodurch die Überführung in das Randzellenwachstum eingeleitet wird. *z* die jüngste Teilungswand der Scheitelzelle, *y—w* die vorhergehenden Teilungswände. — *C—E Asplenum Adiantum nigrum* L. Junge Blattanlagen (150mal vergr.). Bei *C* sind in der Scheitelzelle, deren jüngste Teilungswände mit *E* und *F* bezeichnet sind, eine Antikline und eine Perikline aufgetreten. (400mal vergr.). *D* Flächenansicht eines in der Entwickelung begriffenen jungen B. Randzellenwachstum und erste Anlage der Blattadernbildung. (150mal vergr.). *E* Schematische Darstellung der Fig. *D*, besonders in dem auf der Figur am meisten nach rechts gelegenen Teile fast vollständig mit der Zeichnung nach der Natur in Fig. *D* übereinstimmend; die römischen Zahlen bezeichnen in Fig. *D* und *E* die Basalzellen, welche die Bildung der Adern einleiten; δ_1, δ_2, δ_3 die der Entstehung nach aufeinander folgenden Drüsenhaare. — *F* und *G* Junges B. von *Asplenum Trichomanes* L. (220mal vergr.), *F* Querschnitt, *G* Längsschnitt, bei *F* das Ansetzen der Antiklinen, bei *G* dasjenige der Periklinen veranschaulichend. *m* (in Fig. *F—J*) die mediane Trennungswand der Ober- und Unterseite des Blattes, *r* die Wand, welche die Rinde von den inneren Gewebeteilen trennt, *e* Wand in der Rinde. Weder die Periklinen, noch die Antiklinen durchziehen in Fig. *F* und *G* die ganze Breite des Blattes, dies geschieht in Fig. *H* und *J*, welche einen Längsschnitt und einen Querschnitt durch das B. von *Trichomanes speciosum* L. darstellen. *H* und *J* (180mal vergr.) nach Prantl; die übrigen Figuren Original.

zellen treten aber in analoger Weise wie vorher Periklinen und Antiklinen abwechselnd auf, und es zerfällt somit jede Randzelle in drei Zellen, nämlich zwei gleich große äußere, also Randzellen, und eine kleinere innere Zelle, welche als Basalzelle bezeichnet werden mag (man vergl. die Fig. 37, *D* u. *E*, auf welchen die Basalzellen durch römische Zahlen bezeichnet sind). Wenn nun, wie z. B. bei den ersten Blättern von *Ceratopteris* und einigen *Asplenum*-Arten, ein ganz gleicher Teilungsmodus bereits in jedem von der Scheitelzelle abgetrennten Segment stattgefunden hat und sich stetig mit dem weiteren Wachstume wiederholt, so leuchtet ein, dass ein Blatt, welches in diesem Entwickelungs-

stadium beobachtet wird, den Anschein eines allseitig gleichmäßigen Randzellenwachstums erhält. Dass ein solches aber in Wirklichkeit nicht stattfindet, lehrt am deutlichsten die substantielle Verschiedenheit, welche nun in den einzelnen Teilen des Blattes hervortritt, derzufolge nur die in der Wachstumsachse liegenden Zellcomplexe meristematisch bleiben, während das benachbarte Gewebe oft sehr früh schon in Dauergewebe überzugehen beginnt.

Der Vegetationspunkt des sich entwickelnden Blattes wird also nur durch die eben genannten meristematischen Zellcomplexe gebildet, und die weitere Untersuchung zeigt auch, dass allein in diesen die Differenzierung der Adern in den weiter rückwärts gelegenen Teilen des Blattes vor sich geht (Fig. 37, *D* und *E*). Die Wachstums- und Teilungsvorgänge der den Vegetationspunkt des weiter wachsenden Blattes bezeichnenden Zellcomplexe gestalten sich nun folgendermaßen. Nehmen wir an, dass die schematische Figur 37, *E* die Flächenansicht eines im Randzellenwachstume begriffenen Blattes darstelle, und betrachten wir zuerst die Zellcomplexe, welche zu den Basalzellen II—V gehören, so zeigt sich, dass nur die abwechselnd nach rechts und links gelegenen Zellen zu Trägern des gleichen Wachstums werden. Von je zwei bei jeder derartigen Gabelung entstandenen, gleich großen Randzellen erfährt also im Laufe des weiteren Wachstums immer nur eine derselben ein gefördertes Wachstum, so dass ein Verzweigungssystem gebildet wird, welches einem sympodialen entspricht, wobei, wie die Figur lehrt, das Sympodium, d. h. also die Scheinachse durch die bei diesem Teilungsmodus in akropetaler Reihenfolge entstehenden Basalzellen dargestellt wird. Dieses Sympodium gewinnt aber eine erhöhte Bedeutung durch die Thatsache, dass nur in ihm die Differenzierung des die Blattader bildenden Leitbündels eingeleitet wird, wie dies auch durch die Figur angedeutet ist. Es wird somit bereits durch die eben geschilderten Wachstumsvorgänge die Sonderung von Blattader und Mesophyll (Blattfleisch) der Anlage nach vollzogen.

Die Verzweigung der Adern wird ebenfalls schon in den Vegetationspunkten des B. eingeleitet; sie findet dann statt, wenn die beiden jüngsten Randzellen daselbst morphologisch gleichwertig werden, so dass beide auch den gleichen Wachstums- und Teilungsmodus erfahren, wie dies die schematische Figur *E* veranschaulicht, auf welcher die an der Basalzelle I ansetzende Antikline zwei gleichwertige Randzellen erzeugt, von denen eine jede das oben beschriebene charakteristische Randzellenwachstum fortsetzt. Die Verzweigung der Blattadern beruht demnach auf dem Wachstumsvorgange der Gabelung (echten Dichotomie), infolge deren sich der ursprüngliche Vegetationspunkt in zwei neue spaltet.

Über die Anastomosen (Verbindungen benachbarter Adern durch quer verlaufende Aderbildungen) liegen entwickelungsgeschichtliche Angaben nicht vor; indessen ist es theoretisch nicht unwahrscheinlich, dass in diesem Falle bei der Bildung des Sympodiums nicht die abwechselnd nach rechts und links gelegene jüngste Randzelle das geförderte Wachstum erfährt, sondern bei mehreren aufeinanderfolgenden Teilungsvorgängen die geförderten Randzellen entweder nur nach rechts oder nur nach links gelegen sind.

Für die Differenzierung der Adern liefert die Hymenophyllaceen-Gattung *Trichomanes* den einfachsten Fall, bei welcher das Blatt nur an der Stelle der Adern mehrschichtig ist. Es tritt hierbei zuerst eine genau median verlaufende Wand (*m*) auf (Fig. 37, *H* und *J*, *r*), welche an die auf der Oberflächenansicht als Periklinen erscheinenden jüngsten Teilungswände senkrecht ansetzt und somit die Sonderung der Ober- und Unterseite anlegt. Die Differenzierung selbst wird eingeleitet durch Zellwände (Fig. 37, *H* und *J*, *r*), welche parallel der eben beschriebenen Wand verlaufen und nach außen den Rindenteil von den inneren Gewebeteilen trennen. In den Zellen der ersteren wird darauf durch je eine Perikline (*e*), welche der Außenfläche ebenfalls parallel verläuft, je eine Epidermiszelle abgetrennt, während in den inneren Gewebeteilen die Entwickelung des Gefäßbündels vor sich geht.

Die Entwickelung der Blattadern der Polypodiaceen und der meisten übrigen Farnkräuter (ausgenommen *Ceratopteris*) unterscheidet sich von der eben beschriebenen der

Hymenophyllaceen bereits in den ersten Stadien, da hier beide Teilungsrichtungen, sowohl diejenigen, welche auf der Flächenansicht als Periklinen, als auch die, welche daselbst als Antiklinen erscheinen, nicht die ganze Dicke des Blattes durchlaufen (Fig. 37, *F* und *G*), sondern sich annähernd in der Mediane des B. unter stumpfem Winkel treffen und dadurch die Ober- und Unterseite des B. der Anlage nach bereits bestimmen. Bei der Differenzierung der Blattadern wird aber auch hier durch perikline Teilungen ein innerer Zellcomplex abgeschieden, die erste (procambiale) Anlage des die Blattader bildenden Leitbündels.

Gleichzeitig mit den geschilderten Entwickelungs- und Teilungsvorgängen wachsen mitunter (z. B. bei *Asplenum*-Arten) bei den B. der Keimpflänzchen oder bei Blattanlagen älterer Pflanzen ganz bestimmte Zellen des in der Anlage begriffenen Mesophylls zu je einem Haare aus (Fig. 37, *D* und *E*, δ_1 bis δ_4). Dasselbe entwickelt eine aus wenigen Zellen bestehende Zellreihe und trägt an seinem Ende eine große, kugelige Drüse. Hierdurch wird nicht allein eine dichte Haarbekleidung geschaffen, sondern die Drüsen geben als secernierende Organe auch durch ihre Schleimabsonderung den jungen Blättern einen Schutz. An den erwachsenen Blättern findet man nur sehr wenige solcher Drüsenhaare, meistens fehlen sie, selbst bei den Arten, in deren Jugendzuständen sie in großer Anzahl auftreten. Bei anderen Farnen (z. B. bei der häufig wasserbewohnenden *Ceratopteris*) findet man solche Drüsenhaare überhaupt nicht, durch dieselben würde hier der oben genannte Zweck nicht erreicht werden können.

Die Anordnung und die Verzweigung der Blattadern ist eine außerordentlich mannigfache und daher für die Systematik der Farne, namentlich der fossilen nicht ohne Bedeutung, da sie bei denselben in Verbindung mit der Gestalt der letzten Blattteilstücke meist die alleinigen Anhaltspunkte zur Unterscheidung und Umgrenzung der »Arten« und »Gattungen« liefert. Vorherrschend ist allerdings die fiederartige Anordnung, bei welcher eine Mittelrippe deutlich ausgebildet ist, und nur in selteneren Fällen finden wesentliche Abweichungen statt, wie z. B. bei der fächerartigen Anordnung. Mettenius fand zuerst, dass besonders bei den Hymenophyllaceen mit der fiederartigen Auszweigung der secundären Adern und dem Auftreten tertiärer, sowie der Adern höherer Ordnungen die Folge der Adern einer jeden Ordnung eine gesetzmäßige ist. Es fällt entweder die erste, dritte, fünfte Ader u. s. w. auf die innere, die zweite, vierte, sechste u. s. w. Ader auf die äußere Seite der secundären Adern (anadrome Anordnung) oder umgekehrt die erste, dritte, fünfte u. s. w. Ader gehört der äußeren, die zweite, vierte, sechste u. s. w. Ader der inneren Seite an (katadrome Anordnung).

Die anadrome Anordnung der Adern trifft man bei sämtlichen Arten von *Hymenophyllum* und bei einem Teile der Arten von *Trichomanes*, die katadrome Anordnung dagegen außer bei *Loxsoma* nur bei einem kleinen Teile der Arten von *Trichomanes*, die fossilen Farne jedoch sind überwiegend katadrom aufgebaut. Bei der Gattung *Phegopteris* und zwar am deutlichsten bei *Phegopteris calcarea*, findet die anadrome Verzweigung der Adern und Fiedern statt, desgleichen bei allen europäischen Arten der Gattung *Cystopteris* und bei vielen Arten von *Asplenum*, z. B. *A. germanicum*, *Ruta Muraria*, *Adiantum nigrum*, bei *Allosorus crispus*, *Anogramme leptophylla* u. s. w. Bei *Aspidium* dagegen ist die katadrome Verzweigung keineswegs gleichmäßig ausgeprägt oder vorherrschend, es ist sogar bei den unteren Fiedern mehrerer Arten dieser Gattung, z. B. *Aspidium Thelypteris* und *rigidum*, die Verzweigung eine anadrome, bei den akropetal folgenden Fiedern eine homodrome, und endlich bei den mittleren und oberen eine katadrome, während bei anderen Arten, wie z. B. bei *Aspidium montanum*, am ganzen Wedel eine anadrome Verzweigung stattfindet. Man darf daher in dieser Anordnung der Adern und Verzweigungen kein durchgreifendes Unterscheidungsmerkmal für Gattungen erblicken, und ebensowenig wird als solches die Erscheinung der Anastomose der Adern aufgefasst werden können, da nicht nur bei verschiedenen Exemplaren derselben Species Blätter mit frei endigenden Adern und ebenso oft solche mit anastomosierenden Adern gefunden werden, sondern auch bei einem und demselben Individuum (mancher Arten) die Aderung in dieser Beziehung an den verschiedenen Blättern oder Stellen eines und desselben

Blattes variiert, z. B. bei mehreren Arten der Gattungen *Adiantum*, *Lindsaea*, *Asplenum* u. s. w.

Für die einzelnen Modifikationen der Aderung gestattet die von Mettenius vorgeschlagene Einteilung eine ungefähre Übersicht:

A. Adern (Nerven) nicht anastomosierend.

1) Venatio Caenopteridis: Bei ungeteilten Blättern nur eine Ader (z. B. *Monogramme*, die Keimb. vieler Polypodiaceen, *Trichomanes nummularium* u. s. w.).

2) Venatio Cyclopteridis: Die Adern sind fächerartig angeordnet, mehrfach dichotomisch verzweigt; eine Mittelrippe ist nicht ausgebildet. Nur bei völlig ungeteilten Blättern (*Trichomanes reniforme* und mehrere Arten der Gattung *Adiantum*).

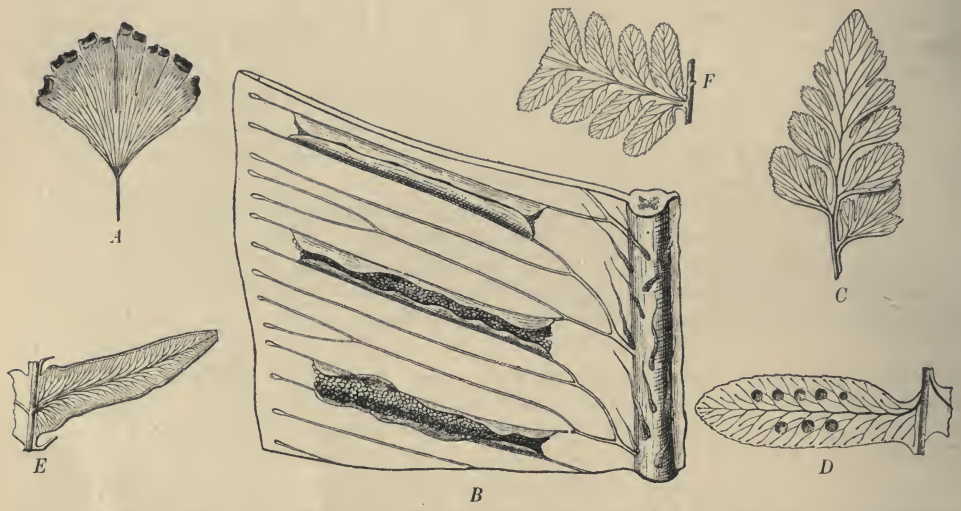


Fig. 38. *A* vom B. von *Adiantum Capillus Veneris*: Venatio Cyclopteridis. — *B* vom B. von *Scolopendrium vulgare:* Venatio Taeniopteridis. — *C* Blattsegment 1. Ord. von *Asplenum Adiantum nigrum:* Venatio Sphenopteridis. — *D* vom B. von *Polypodium vulgare:* Venatio Eupteridis. — *E* vom B. von *Pteridium aquilinum:* Venatio Neuropteridis. — *F* vom B. von *Aspidium Filix mas:* Venatio Pecopteridis. (Nach Luerssen.)

3) Venatio Ctenopteridis: Die von der deutlich entwickelten Mittelrippe des Blattsegmentes ausgehenden Adern verlaufen entweder gänzlich ungeteilt oder sind höchstens einmal gegabelt; hierbei unterscheidet man, je nachdem die Secundäradern ungefähr rechtwinkelig, oder spitzwinkelig, oder etwa 30—50° zur Mittelrippe ansetzen noch eine Venatio Taeniopteridis (*Scolopendrium*), Venatio Sphenopteridis (*Asplenum septentrionale*) und eine Venatio Eupteridis (*Hymenophyllum cruentum*, *Asplenum Trichomanes*, *viride*).

4) Venatio Neuropteridis: Die Mittelrippe des B. oder des Blattsegmentes ist sehr ausgeprägt, die secundären Adern reichlich verzweigt und ähnlich wie bei der Venatio Sphenopteridis unter sehr spitzem Winkel an die Mittelrippe ansetzend, alsdann jedoch in mehr oder weniger convexem Bogen zum Blattrande verlaufend (*Aspidium lobatum*, *aculeatum*, *Lonchitis*, *cristatum*).

5) Venatio Pecopteridis: Mittelrippe deutlich ausgebildet, Secundäradern wie bei der Venatio Eupteridis und ebenso die einfachen oder gegabelten Tertiäradern an die Secundäradern ansetzend. (Bei vielen unserer einheimischen Farne, z. B. *Phegopteris polypodioides*, *calcarea*, *Dryopteris*; *Aspidium Filix mas*, *spinulosum*, *montanum*, *Thelypteris*; *Athyrium Filix femina* und *alpestre*; *Cystopteris fragilis*, *montana*, *sudetica*; *Allosorus crispus* u. s. w.).

B. Adern (Nerven) anastomosierend.

Die einfachste Anastomose kommt zu Stande durch die Vereinigung der beiden Zweige einer dichotomen Ader, z. B. bei *Vaginularia Junghuhnii*, dessen Mittelrippe an dem

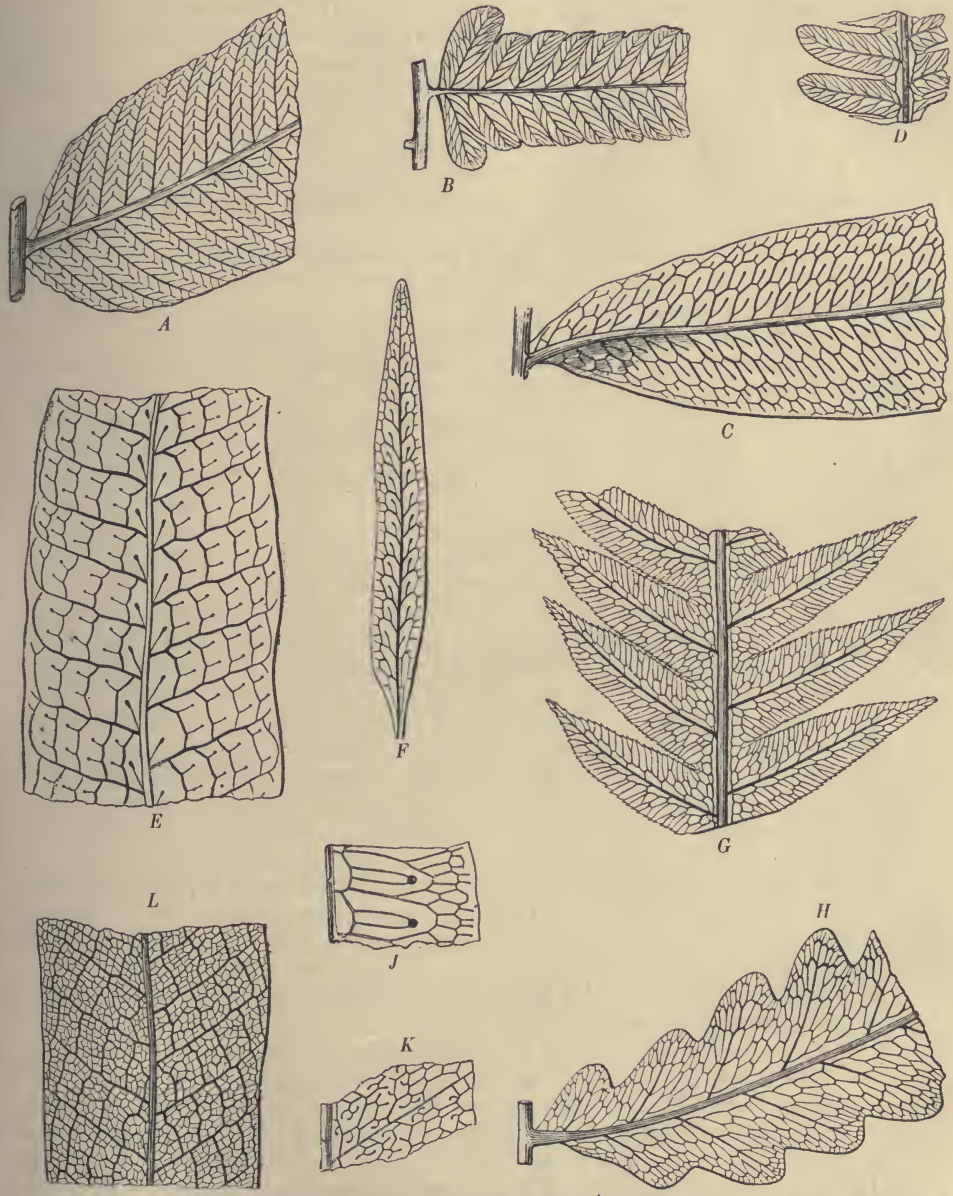


Fig. 39. Die Modifikationen der Aderung der Farnblätter mit anastomosierenden Adern. *A* und *B* Venatio Goniopteridis: *A* Teil eines Blattsegmentes von *Meniscium reticulatum* Sw., nat. Gr. — *B* Teil eines Secundärsegmentes von *Asplenum esculentum* Pr., nat. Gr. — *C* Teil eines Blattsegmentes von *Polypodium nereifolium* Schk.: Venatio Goniophlebii. — *D* Teil eines Segmentes I. Ordnung des B. von *Hemitelia grandifolia* Spr., halbe nat. Gr: Venatio Pleocnemiae. — *E* Teil eines Blattes von *Polypodium caespitosum* Lk.: Venatio Cyrtophlebii. — *F* Blatt von *Polypodium serpens* Sw.: Venatio Marginariae. — *G* Teil aus einem Primärsegmente von *Woodwardia radicans* Sw.: Venatio Doodyae. — *H* Blattteil von *Onoclea sensibilis* L.: Venatio Sageniae. — *J* von dem Blatte von *Polypodium sporodocarpum* W.: Venatio Phlebodii. — *K* von dem B. von *Polypodium crassifolium* L.: Venatio Anaxeti. — *L* Blattteil von *Polyp. quercifolium* L.: Venatio Drynariae. (Nach Luerssen, Farnpflanzen.)

fertilen Teile des Blattes in zwei Schenkel sich spaltet, die unter der Spitze des Blattes sich wieder vereinigen; ferner werden solche Schlingen ausnahmsweise an Secundäradern, vorzüglich bei der Ausbildung der Venatio Taeniopteridis (z. B. bei *Acrostichum crassifolium*, *Alsophila rostrata*) angetroffen.

Die Vereinigung ungeteilter Secundäradern (Venatio Ctenopteridis) durch das Zusammenfließen ihrer Enden zu einer intramarginalen Ader, die an der Spitze des Blattes, wie die Mittelrippe, frei endigt, ist ebenfalls eine seltene Erscheinung; sie ist charakteristisch für die Gattung *Vittaria*, deren Blätter sowohl im sterilen wie im fertilen Zustande diese Anastomosen besitzen.

Im weiteren unterscheidet Mettenius:

6) Venatio Goniopteridis: Es anastomosieren die entsprechenden tertiären Zweige der vorderen und hinteren Seite zweier benachbarter Secundäradern (*Meniscium reticulatum* Sw., *Asplenum esculentum* Pr.).

7) Venatio Goniophlebii: Durch Anastomosen von Secundär- und Tertiäradern entstehen 3—4 Maschenlappen zu jeder Seite der Mittelrippe; in jeder Masche endigt dann eine Tertiärader frei.

8) Venatio Pleocnemiae: Die untersten benachbarten Tertiäradern der Fiederlappen anastomosieren zu einer der Mittelrippe mehr oder weniger parallelen Ader, alle übrigen Adern endigen frei (*Hemitelia grandifolia* Spr.).

9) Venatio Cyrtophlebii: Mit Ausnahme der untersten Tertiärader, welche stets frei endigt, anastomosieren sämtliche benachbarte Tertiäradern gleicher Höhe und bilden dadurch Maschen, in welchen je ein Ast einer jeden Tertiärader frei endigt (*Polypodium caespitosum* Lk.).

10) Venatio Marginariae: Durch Anastomosen der Secundär- und Tertiäradern wird zu beiden Seiten der Mittelrippe je eine Lage von Maschen gebildet, in jeder derselben endigt eine Ader frei (*Polypodium serpens* Sw.).

11) Venatio Doodyae: Die Secundäradern teilen sich nach ihrem Austritte aus der Mittelrippe durch wiederholte Gabelung, an der Bildung der Rippenmaschen beteiligt sich jedoch (im Gegensatze zu 10) auch der erste vordere Gabelzweig (*Woodwardia radicans* Sw.).

12) Venatio Sageniae: Combination des Venatio Pleocnemiae mit der Venatio Doodyae bei weniger tief geteilten oder ganzrandigen B. oder Segmenten. Sämtliche Strahlen der Pleocnemia-Rippenmaschen anastomosieren und werden gleichzeitig von ihnen und den Verzweigungen der oberen tertiären Adern zwei oder mehrere Reihen von Doodya-Maschen längs der Secundäradern gebildet.

13) Venatio Phlebodii: von der Venatio Sageniae dadurch verschieden, dass die Strahlen der nach Art der Venatio Pleocnemiae gebildeten Rippenmaschen nicht anastomosieren, sondern frei in die Doodya-artigen Maschen der zweiten Reihe eintreten, während die Strahlen der zweiten Maschenreihe in der Randhälfte des B. oder Segmentes das Maschennetz der Venatio Doodyae bilden.

14) Venatio Anaxeti: mit rippenartig vorspringenden Secundäradern und fast gleicher Ausbildung aller Zweige derselben.

15) Venatio Drynariae: mit stark rippenförmig vorspringenden secundären und tertiären Adern und deutlich vortretenden primären Maschen, welche ein regel- und unregelmäßiges Netz secundärer und tertiärer Maschen einschließen.

Es wurde schon oben darauf aufmerksam gemacht, dass die Aderung, die Gestalt und Anheftungsweise der Teile letzter Ordnung der Wedel als Grundlage für die ganz künstliche Klassification der fossilen Wedel dient, da wir noch lange nicht ausreichend genug die Sporangien und Sori der fossilen Farne kennen, um hiernach entsprechend den recenten Arten die Klassification gestalten zu können. Die Namen der im Vorausgehenden aufgeführten Aderungstypen entsprechen jedoch nicht hinreichend den heute gebräuchlichen »Gattungs-«Namen für die fossilen Reste, deren wichtigere Typen am Schlusse der recenten Filices angegeben werden, wo auch allgemeine Resultate, die sich aus der Betrachtung der Fossilien ergeben, zu finden sind.

Verschiedenheiten in der Ausbildung des B. von der oben besprochenen findet man bei den Osmundaceen, bei denen die Differenzierung des B. in Scheide, Stiel und Spreite sich fast durchweg mit größter Schärfe vollzieht. Bei *Osmunda* gewinnt besonders die Blattscheide morphologisch noch dadurch an Bedeutung, dass die letzten Blattgebilde eines jeden Jahres, welche während des Winters die Terminalknospe bedecken, entweder nur aus diesem Scheidenteile bestehen oder hier und da nur eine rudimentäre, schneckenförmig eingerollte Spreite tragen. Auch *Todea* besitzt die scheidenartige Ausbreitung des Blattstielgrundes und in ganz ähnlicher Weise auch die fossile (im obersten Keuper Frankens häufigere) *Sphenopteris princeps* Goepp., welche außerdem in der Gestalt des B. und der Größe der Sporangien mit *Todea* übereinstimmt.

Die Spreuschuppen oder Spreuhaare (Paleae), welche namentlich am Stammscheitel und an den basalenTeilen des B., insbesondere den Blattstielen, z. T. aber auch auf der Lamina ihre Entstehung finden, und ein glänzend hellbraunes bis schwarzes Aussehen haben, sind sowohl durch die Form, wie durch ihre ausgiebige Entwickelung für die Farne charakteristisch und stellen entweder Zellfäden (einfache Zellreihen) oder lanzettliche bis breit eiförmige Zellflächen dar. An ihrer Spitze endigen sie meist in einer mit Schleimmassen angefüllten, mehr oder weniger kugeligen Drüse, welche als Secretorgan fungiert und am Scheitel Schleim ablagert. Die Größe dieser Paleae, an welchen auch nicht selten seitliche Zacken gebildet werden, welche an ihrem Ende ebenfalls Drüsen, wie die eben beschriebenen tragen, ist eine je nach den einzelnen Arten und Gattungen sehr verschiedene; in vielen Fällen erreichen sie eine Länge von einem oder mehreren Centimetern. Sie bedecken nicht nur die Stammknospe vollständig, sondern auch die Basis und den unteren Teil des Petiolus, seltener auch die Lamina. In der ausgebildeten und ausgeprägtesten Form stellen sie flache, oft nur eine Zelllage dicke, in den Dauerzustand übergegangene Gebilde dar, deren einzelne Zellen kein Chlorophyll enthalten, deren Zellwände aber durch eine homogene Verdickungsschicht oft an denjenigen Stellen bedeutend verdickt sind, wo sie an benachbarte Zellen angrenzen (z. B. bei *Asplenum*, *Polypodium* etc.). Seltener lagern sich an Stelle einer homogenen Verdickungsschicht zwei oder mehrere Verdickungsschichten ab, noch seltener aber unterbleibt die Verdickung gänzlich oder ist nur auf ein Minimum beschränkt, wie z. B. (Fig. 40, *A*) bei *Cystopteris*. Während das Lumen der einzelnen Zellen oft fast inhaltsleer

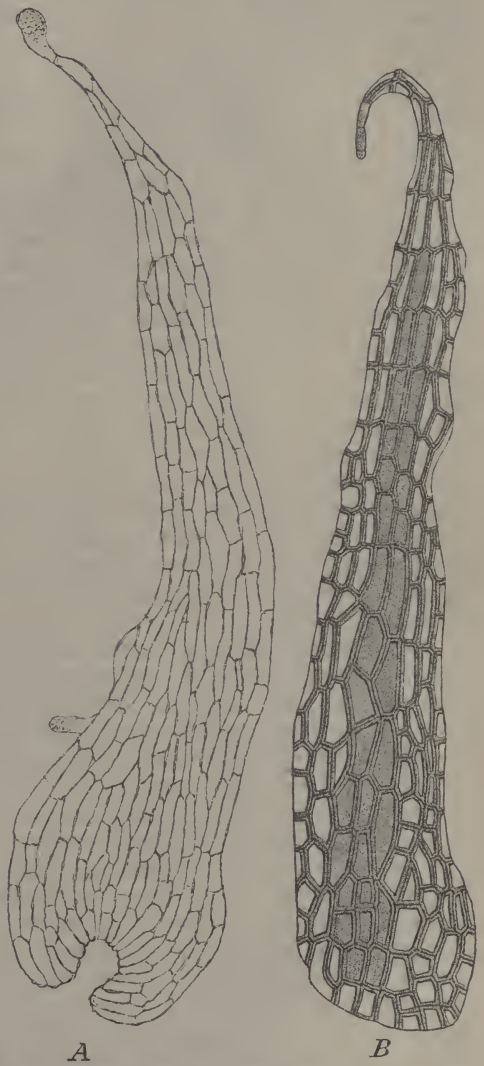


Fig. 40. *A* Spreuschuppe von *Cystopteris fragilis*; *B* Spreuschuppe von *Asplenum viride*; etwa 20mal vergr. (Original.)

erscheint, verleiht die heller oder dunkler braune Färbung der verdickten Zellwände allein dem gesamten Spreuhaare die charakteristische hellere oder dunklere Färbung. Mitunter sind auch die die Oberfläche des Organs begrenzenden Zellwände verdickt; in solchen Fällen geben sie, wenn die Verdickungen in der Mediane des Organs gelegen sind, wie z. B. bei einigen *Asplenum*-Arten, dem sog. Scheinnerven ihre Entstehung (Fig. 40, *B*) und dienen in dieser Form mitunter auch als Unterscheidungsmerkmale nahestehender Arten. Die verdickten, braunen oder fast schwarzen Zellwände haben die Beschaffenheit verkorkter Membranen.

Ihrer Entstehung nach sind die in akropetaler Richtung zur Anlage gelangenden Spreuschuppen auf je eine Zelle des in der Entwickelung befindlichen, noch meristematischen Gewebes zurückzuführen, welche sich über die Oberfläche des Mutterorgans papillenartig hervorwölbt und zu einem durch Querwände gegliederten Zellfaden auswächst. Ehe jedoch — z. B. bei *Asplenum* — die erste Querteilung eintritt, sammeln sich an der Spitze des Zellfadens Schleimmassen an, infolge deren das Ende desselben kugelig anschwillt. Bei der alsdann erfolgenden Gliederung des Zellfadens wird auch das angeschwollene Ende desselben durch eine Querwand abgetrennt und zu einer gesonderten, mit Schleimmassen angefüllten, kugeligen Drüse (man vergl. oben), welche jedes weitere Spitzenwachstum verhindert. Die weitere Entwickelung erfolgt daher nicht mehr an der Spitze, sondern in interkalarer Weise mehr in der Gegend der Basis, woselbst oft ein ziemlich ausgiebiges Flächenwachstum stattfindet, und die Zahl der in der Richtung der Mediane gestreckten Zellen besonders reichlich wird. Da aber die Anheftungsstelle der Spreuschuppen sich hierbei meistens nur unwesentlich verbreitert und die unterste, die Spreuschuppe mit dem Mutterorgane ursprünglich allein verbindende Zelle im Laufe des Wachstums des gesamten Organs oft nur durch wenige Längswände geteilt wird, an der Basis der Spreuschuppe aber meistens das intensivste Flächenwachstum stattfindet, so wird die Basis oft mehr oder weniger herzförmig (Fig. 40 *A*), zumal sehr häufig die unteren Zellen noch wachstums- und teilungsfähig bleiben, wenn das übrige Gewebe der Paleae bereits in die oben beschriebene Form der Dauerzellen übergegangen ist.

In mehreren Fällen gelangen diese Organe gar nicht bis zur Bildung einer Zellfläche, sondern bleiben bei der anfänglichen Entwickelung des Zellfadens stehen. Bei mehreren *Gymnogramme*-Arten bleibt der Zellfaden, welcher die kugelige Drüse trägt, sogar nur einzellig. Von letzterer wird ein mehlartiger, weißer oder gelber Überzug in Form länglicher Krystalle ausgeschieden, welche in Wasser unlöslich, in Alkohol aber zum größten Teile löslich sind. Dadurch ist dieser Überzug im stande, eine schützende Decke für die zarten Teile des Gewebes zu liefern, namentlich aber die Transpiration zu vermindern und das Wasser zu speichern.

In den meisten Fällen aber ist der Stammscheitel der Farne von einem dichten Schopfe junger Spreuhaare umgeben, innerhalb dessen die Blätter angelegt werden, an denen ebenfalls Spreuhaare in akropetaler Richtung entstehen. Dieselben dienen in gleicher Weise wie der oben genannte mehlartige Überzug zum Schutze des zarten Gewebes, außerdem aber vermöge ihrer Beschaffenheit ebenfalls dazu, das Wasser zu speichern oder sofort den jungen Geweben zuzuführen, und Schutz gegen übermäßige Temperaturschwankungen zu gewähren. Alle diese physiologischen Leistungen der Paleae, resp. Spreuhaare kommen zu stande durch die gedrängte Stellung derselben, durch die Verkorkung und Verdickung ihrer Wände, durch die Ausbildung von Drüsen, welche schleim-, wachs- oder harzartige Stoffe absondern, sowie durch den Inhalt der Zellen an Gerbstoff. Der letztere dient namentlich als Schutz gegen die Angriffe von tierischen Schädlingen, wie z. B. Schnecken, Raupen u. s. w.

Wurzel. — Nachdem am jungen Embryo die Mutterzelle der ersten Wurzel in Gestalt einer 3seitigen Kugelpyramide gebildet worden ist, deren peripherische Grundfläche ein annähernd gleichseitiges sphärisches Dreieck darstellt, wird durch eine Perikline die Trennung der ersten Kappenzelle vom Wurzelkörper, resp. der Scheitelzelle des Wurzelkörpers vollzogen. Wie in der Scheitelzelle des Stammes (man vergl. die betr.

Stelle) findet auch in derjenigen der Wurzel mit dem weiteren Wachstume des Organs ein stetiger Turnus von 3 gleichartig auf einander folgenden antiklinen Teilungswänden statt; nach Vollendung eines jeden Umlaufes jedoch wird durch das Auftreten einer Perikline die Abtrennung je einer Kappenzelle bewirkt (Fig. 41, *B*). Gleich nach ihrer Bildung wächst sie ziemlich rasch in die Breite, wodurch ihre auf Querschnitten ursprünglich sphärisch dreieckige Form sehr bald in die eines Kreises übergeht; zu gleicher Zeit aber teilt sie sich durch 2 auf einander senkrecht stehende Antiklinen in 4 im Grundrisse quadratische Zellen. Jede dieser Zellen zerfällt nun wiederum durch je eine Antikline in 2 neben einander liegende Hälften, indem die sich bildenden Teilungswände die Außenwände annähernd halbieren und in sanfter Krümmung nach innen verlaufen, um sich an die Quadrantenwände anzusetzen, so dass also aus der primären Kappenzelle 8 neben einander liegende Zellen entstehen (Fig. 41, *B*). Nun beginnt aber das Dickenwachstum der jungen Kappenanlage, welches in der Richtung der Achse am intensivsten vorschreitet, daher die junge Kappenanlage nach der Wachstumsachse hin an Dicke zunimmt; es wird dabei nicht selten (z. B. bei *Equisetum hiemale*) jede Kappenanlage nun auch durch eine perikline Teilungswand in 2 über einander liegende Schichten geteilt. Somit wird es auch erklärlich, dass die antiklinen Teilungswände der Wurzelkappe ihre Convexitäten der Wachstumsachse zukehren (Fig. 41, *A*), wodurch der besondere Wachstumstypus der »Kappenschichtung« entsteht. Am Wurzelkörper dagegen findet die gewöhnliche Schichtung statt, und es sind daher die Teilungsvorgänge im allgemeinen übereinstimmend mit denen des Stammscheitels. Die Teilung der Segmente der Scheitelzelle in je 2 über einander liegende Tafeln, resp. Schichten (am Vegetationskegel der Salviniaceen und Equiseten z. B. der erste Teilungsvorgang im Segment) tritt jedoch am Wurzelkörper erst sehr spät ein, und es wird zuerst jedes Segment durch eine antikline Teilungswand (Sextantenwand, *s*), welche mit der Sextantenwand des Vegetationskegels der Equiseten ganz analog verläuft, in 2 neben einander liegende mehr oder weniger ungleiche Hälften (Sextanten) geteilt (Fig. 41, *B*). Es findet aber sehr bald eine Verschiebung der Segmente statt, derzufolge ein jeder Turnus von je 3 Segmenten sich zu einer Querscheibe des Stammes ausbildet. Darauf wird durch 2 succedan in jedem Sextanten auftretende Periklinen (Fig. 41, *B*, *c* und *e*) zuerst ein centraler Teil, der Pleromcylinder, und darauf die Epidermis abgeschieden, während die dazwischen bleibende Zelle erst später, aber ebenfalls durch eine Perikline, in eine äußere, die Anfangszelle der äußeren Rindenschicht, und eine innere, die Anfangszelle der inneren Rindenschicht, geteilt wird. Auch im Verlaufe des weiteren Wachstums wird der Wurzelkörper durch perikline Teilungswände in concentrische Schichten zerlegt, welche in dem äußeren Rindenteile in centrifugaler, in dem inneren Rindenteile dagegen in centripetaler Richtung erfolgen. In dem letzteren, niemals aber in der äußeren Rinde, treten in den Wurzeln der Marattiaceen und der Equiseten, zuweilen auch bei den *Eufilicineae* (z. B. *Ceratopteris*) intercellulare Luftgänge auf, welche dann das Parenchym oft der ganzen Länge nach durchziehen und, der Gruppierung der Zellen entsprechend, auf den Querschnitten in radiale Reihen und concentrische Ringe geordnet erscheinen. In der Wurzel der *Eufilicineae* findet nur in den seltensten Fällen eine deutliche Differenzierung in Außen- und Innenrinde statt. Es bildet sich allerdings der innere Teil der Rinde, mit Ausnahme der innersten Zellreihe, welche zur Endodermis wird, zu der oft sehr charakteristischen Stereomscheide aus. An solchen Wurzeln zeigt daher der Querschnitt nicht selten 3, anatomisch ganz verschiedene Rindenteile, von denen die innerste Zellenlage zur Endodermis (Schutzscheide) wird, die darauf folgende (eine oder mehrere Zelllagen) aus verdickten Zellen besteht, während in den Zellen der äußeren Rinde nur die Wände braun gefärbt werden (Fig. 41, *C*). In mehreren Fällen aber teilen sich die inneren Rindenzellen noch nachträglich, nachdem das Dickenwachstum aufgehört hat, durch antikline Wände, während die äußeren Rindenzellen von weiteren Teilungsvorgängen ausgeschlossen bleiben. Es entsteht auf diese Weise eine kleinmaschige, das Leitbündel umschließende Scheide, deren Zellen sich später sehr stark verdicken, also stereomatisch werden. Im Alter werden die Zellen des äußeren Teiles zerstört, und nur die stark verdickten Zellen des inneren Teiles bleiben

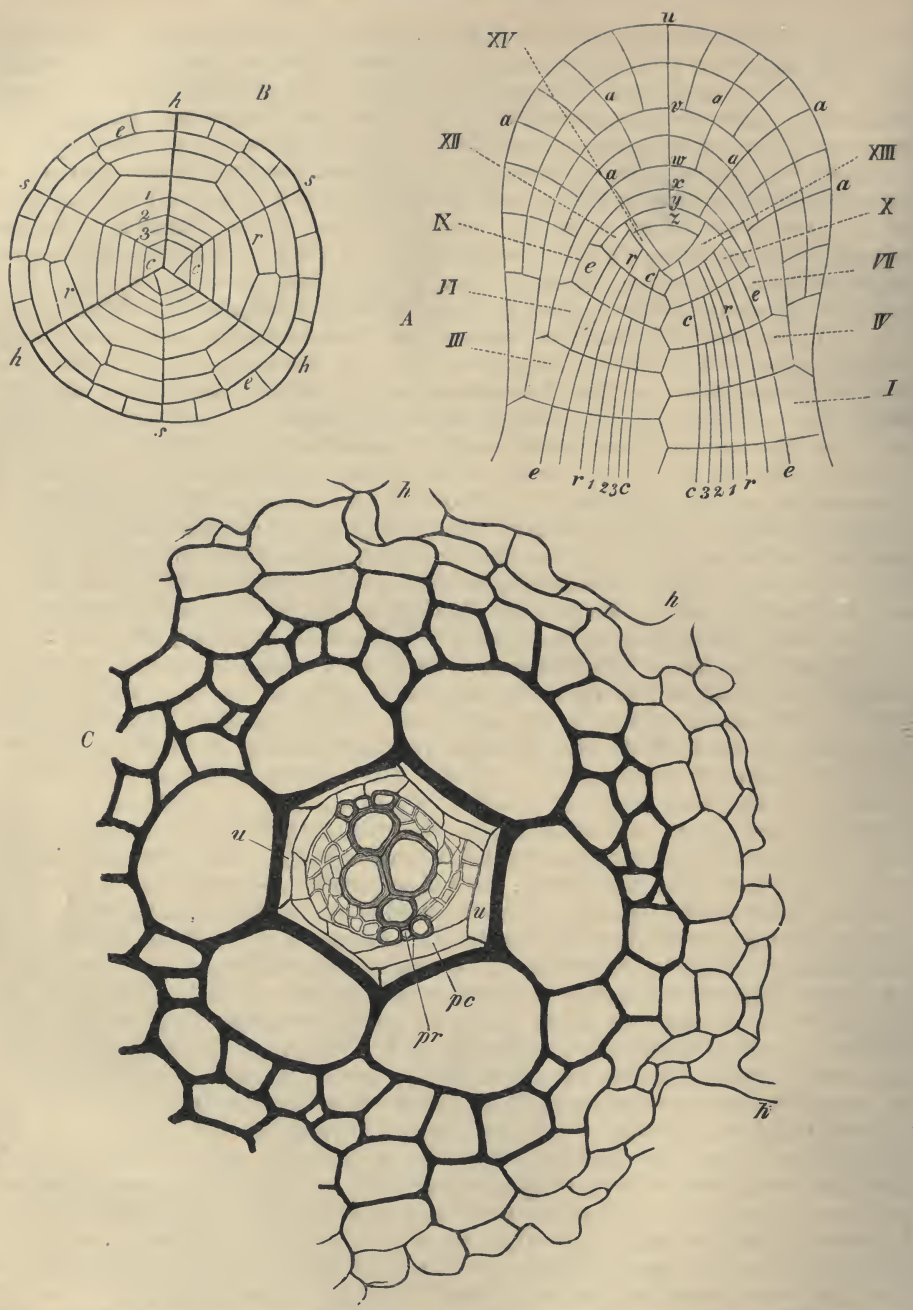


Fig. 41. *A—B* Allgemeines Schema für die Entwickelung einer Wurzel mit Scheitelzelle. *A* axiler Längsschnitt, *B* Querschnitt durch das untere Ende von *A*. — *I—XV* die aufeinanderfolgenden Segmente der Scheitelzelle. *u—z* die Periklinen, welche die der Reihe nach aufeinanderfolgenden Wurzelkappen abtrennen, zwischen *y* und *z* die jüngste, zwischen *u* und *v* die älteste Wurzelkappe. *aa* die antiklinen Teilungsrichtungen der Wurzelhaube, welche ihre Convexitäten der gemeinsamen Wachstumsachse zukehren. *cc* die den Pleromcylinder nach innen abtrennenden Periklinen, *ee* die die Epidermis nach außen abtrennenden Periklinen und *rr* die Periklinen, welche den Rindenkörper in die äußere und innere Rinde zerlegen; 1, 2, 3 die aufeinanderfolgenden Periklinen, durch welche die innere Rinde mehrschichtig wird (mit Weglassung der antiklinen Teilungsrichtungen). *h* die Hauptwände der Segmente, *s* die Sextantenwände. *C* Querschnitt einer alten Wurzel von *Adiantum Moritzianum* mit diarchem Leitbündel (225 mal vergr.). *pr* und *pc* die mit den diametralen Plattenpaaren des Hadroms rechtwinkelig gekreuzten Protohydromreihen; zu beiden Seiten des Hydroms die Leptomgruppen, *u* die Endodermis, *h* durchschnittene Haare der Epidermis. (*C* nach De Bary, *A—B* z. T. Original.)

als eine das Leitbündel umschließende Scheide übrig. Von diesem Verdickungsprocesse, sowie von der besprochenen nachträglichen Teilung durch Antiklinen bleiben jedoch die Zellen der innersten, an den Pleromcylinder anstoßenden Rindenzellschicht ausgeschlossen; dieselben bilden die Endodermis (bei den Equiseten treten hierin Abweichungen auf). In den Wurzeln von *Polypodium*, *Pteris*, *Scolopendrium*, *Platycerium*, u. s. w. findet man fünf bis acht innere, aus stark verdickten Zellen zusammengesetzte Schichten. In den Wurzeln der Hymenophyllaceen und Schizaeaceen dagegen wird die Außenrinde, eine 2—3schichtige, aus dünnwandigen Zellen gebildete peripherische Lage, gegen die Innenrinde, ein aus stark verdickten Zellen gebildetes inneres Gewebe, deutlich abgegrenzt.

Von dem der ersten Anlage nach aus 6 central gelegenen Zellen bestehenden Pleromcylinder (Fig. 41) wird zunächst durch je eine in jeder Zelle auftretende perikline Teilungswand ein äußerer schmaler Ring von sechs Zellen abgetrennt, welcher den die Hydroïden allein ausbildenden Teil der Wurzel rings umgiebt. Die Hydrombildung schreitet von zwei diametral sich gegenüber liegenden Punkten aus nach innen fort, indem zunächst einige neben einander liegende, faserig verdickte Tracheïden gebildet werden (Protohydrom), an welche sich in centripetaler Richtung neue, meist weitere und oft sehr große Treppentracheïden von der für die Farne gewöhnlichen Structur anschließen (Fig. 41, *C*). Die meisten Wurzeln der Farne sind daher diametral diarche (2strahlige, bicollaterale); Ausnahmen findet man in den Wurzeln der Gleicheniaceen und aller Arten der Gattung *Trichomanes*, welche triarch bis octarch, auch monarch (*Tr. membranaceum* und *pyxidiferum*), aber niemals diarch werden (Russow), so daß die letzteren sich auch von den stets diarchen Wurzeln von *Hymenophyllum* scharf unterscheiden.

Wenn die Wurzeln eine bestimmte Größe erreicht haben, beginnen sie sich meist zu verzweigen; die dabei entstehenden Seitenwurzeln nehmen von der Endodermis ihren Ursprung, d. h. also von der an den Pleromcylinder anstoßenden innersten Rindenschicht. Bei *Marsilia* und manchen Cyatheaceen sind die Längsreihen von Endodermiszellen (die rhizogenen Zellen) durch größere Weite und geringere Länge der Zellen von den übrigen der gleichen Schicht ausgezeichnet.

Die Wurzeln vieler epiphytischen Farne, z. B. der *Platycerium*-Arten, sind in ihrer ganzen Länge mit ziemlich langen braunen Haaren bedeckt; nur die jüngsten, dicht an der Wurzelspitze stehenden Haare sind farblos. Die Wände dieser braunen Haare bestehen aus umgewandelter Cellulose, welche der Einwirkung der kochenden Kalilauge und Schwefelsäure widersteht; nur das Ende einiger Haare ist farblos und besteht aus reiner Cellulose. Bisweilen fällt dieses farblose Ende bei dem nächsten Haarwachstume ab, und es bildet sich dann eine dünne Röhre. Diese braunen Haare haben offenbar die Funktion, die Wurzel gegen starke Wasserverdunstung und gegen das Austrocknen zu schützen, während die jüngsten Haare das Wasser und die Nährstoffe aus dem Substrat absorbieren. Auch die Epidermiszellen, welche weiter rückwärts von der Wurzelspitze liegen, haben incrustierte Zellmembranen von gelblicher Farbe und sind also ebenfalls zur Wasseraufnahme unfähig.

Umbildung der Wurzeln in Sprosse. — Dieselbe ist bis jetzt nur an den Wurzeln von *Platycerium*-Arten und *Asplenum esculentum* beobachtet worden und erfolgt sowohl an Haupt- als auch an Nebenwurzeln in jedem Alter derselben dadurch, dass der Wurzelscheitel ganz direkt in einen Sprossscheitel übergeführt wird, wobei die Scheitelzelle der Wurzel ganz direkt zur Scheitelzelle des Sprosses wird. Es geschieht dies dadurch, dass in der Scheitelzelle der Wurzel die Bildung der Perikline unterbleibt, welche das Haubensegment (Fig. 42, III) abgrenzt, und die Scheitelzelle somit die Form und den Teilungsmodus erhält, wie am Spross, worauf auch die hierdurch erzeugten Segmente in gleicher Weise wie am Spross einen Meristemkörper bilden, an welchem schon sehr frühe die Anlagen seitlicher Organe erfolgen.

Der junge Spross von *Asplenum esculentum* hat bereits die Anlage des ersten und des zweiten Blattes, sowie diejenige der ersten Wurzel vollzogen, wenn er die Haube zersprengt (Fig. 42, IV). Der Anlage der ersten Wurzel folgt auch sehr bald diejenige

der zweiten; beide Wurzeln entwickeln sich gleichmäßig (Fig. 42, II). Das erste B. entfaltet sich alsdann, und der Spross ist nunmehr zur selbständigen Entwickelung befähigt.

Fig. 42. Umbildung der Wurzeln in Sprosse. *I—IV Asplenum esculentum* Pr.: *I* ein Stück der Wurzel mit mehrfachen Umbildungen in Sprosse. Nat. Gr. — *II* Junger, aus der Wurzelspitze entstandener Spross, etwa 20/1; *W* ein kleines Stück der Wurzel, aus welcher der Spross hervorgegangen ist, *B* das erste Blatt des Sprosses, *BII* das zweite Blatt, *W* und *WI* die beiden ersten Wurzeln des Sprosses. — *III* Beginn der Umbildung einer Wurzel in einen Spross. 180/1; *Sp* die Scheitelpartie des in der Anlage begriffenen jungen Sprosses, in dessen Scheitelzelle die Bildung der das Haubensegment abgrenzenden Perikline bereits unterblieben ist; *Hb* die noch vollständig erhaltene Haube, *Ep* die Epidermis. — *IV* Längsschnitt eines ziemlich entwickelten Sprosses. 260/1; *Hb* die durchbrochene oder zerrissene Haube der ursprünglichen Wurzel; *Schz* die Scheitelzelle des Sprosses, *BI* die Anlage des ersten Blattes, schief geschnitten, *BII* diejenige des 2. Blattes, *W* die erste Wurzel des jungen Sprosses. — *V Platycerium alcicorne* Desv., ein Stück einer Wurzel mit Umbildungen in Sprosse, *Sp*; *SpI* ein Spross mit Mantelblatt. Natürl. Gr. (Nach Rostowzew.)

Wenn eine noch nicht ganz entwickelte Nebenwurzel in einen Spross umgewandelt wird, so hat es den Anschein, als ob derselbe seitlich an einer Hauptwurzel entspringt; geschieht dies in geringer Entfernung von der Spitze der Hauptwurzel, so hört dieselbe auf, weiter zu wachsen, geschieht es aber ziemlich weit von der Hauptwurzel, so wächst die letztere gewöhnlich weiter, und es erscheinen dann neue Nebenwurzeln, welche sich ebenfalls in einen Spross umbilden können. Für die Erhaltung der Art ist diese Form der Vermehrung von großer Bedeutung, da fertile B. nur ganz ausnahmsweise gebildet werden.

Die Wurzelumbildungen erfolgen bei *Platycerium alcicorne* im wesentlichen in der gleichen Weise, aber der Meristemscheitel der Wurzel und anfangs auch derjenige des jungen Sprosses ist flach oder liegt nicht selten in einer kleinen Vertiefung, ist daher ganz und gar mit der Haube bedeckt. Es entwickeln sich an ihm eine große Anzahl brauner, fester Schuppen, welche später — nach dem Zerreißen der Haube — einen wirksamen Schutz für den jungen Spross bilden.

Gleichzeitig mit der Entwickelung des Sprosses vollzieht sich in allen beobachteten Fällen auch der Leitbündelübergang, indem sich engzelliges Leptom zwischen das diarche Hydrom der ursprünglichen Wurzel einschiebt und das letztere in 2 Stücke teilt, welche im Laufe des weiteren Wachstums den normalen Charakter des Stammleitbündels erhalten.

Gewebeformen.

1) **Systeme des Schutzes.** a. Das Hautsystem. — Die Epidermis bietet Schutz gegen die Gefahren übermäßiger Wasserverdunstung und gliedert sich — abgesehen von einigen im speziellen Teile zu besprechenden Ausnahmen — bei den einjährigen Organen in die Epidermiszellen und die Spaltöffnungsapparate, von denen die ersteren von

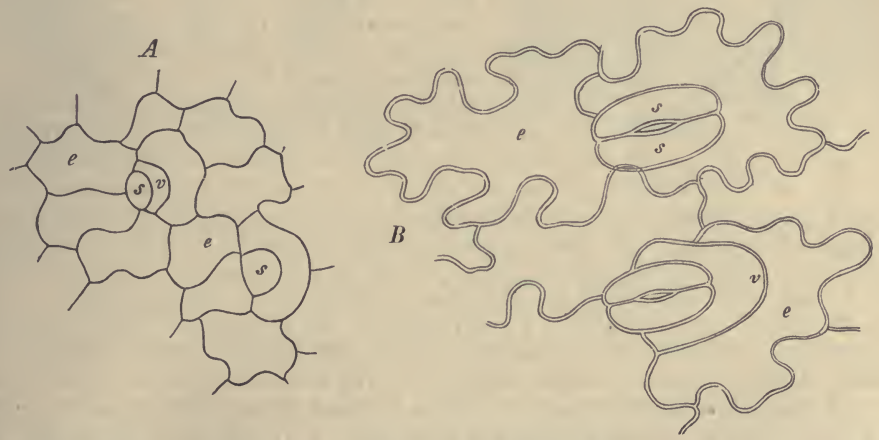


Fig. 43. Spaltöffnungen von *Pteris flabellata* Thunb., von der Fläche gesehen. *A* sehr jung, *e* Epidermiszellen, *v* Nebenzellen, *s* Anfangszelle der Spaltöffnung, *s* neben *v* die noch nicht geteilte Mutterzelle der Schließzellen. *B* fast erwachsen, *s* die Schließzellen, die übrigen Bezeichnungen wie bei *A*. (Nach Sachs.)

einem continuierlichen Korkhäutchen, der Cuticula, überzogen und mitunter auch noch mit Wachsausscheidungen oder Haarbildungen bedeckt sind. Die Spaltöffnungszellen liegen paarweise zwischen den Epidermiszellen und stehen mit denselben in lückenlosem Verbande (Fig. 43); sie schließen aber an den einander zugekehrten Seiten nicht völlig zusammen, sondern lassen daselbst eine Spalte offen, welche nach innen auf einen unter dem Spaltöffnungspaare befindlichen Intercellularraume des darunter liegenden Gewebes (die Atemhöhle) einmündet und so die Communication desselben mit dem umgebenden Medium herstellt. Ihre Entstehung nehmen die Spaltöffnungen von der Epidermis, indem von einer Epidermiszelle durch eine hufeisenförmig verlaufende Antikline

eine kleinere Zelle abgetrennt wird (Fig. 43 *A*), welche entweder, wie z. B. bei *Osmunda*, sofort durch eine Antikline in die beiden Schließzellen geteilt wird, oder erst, nachdem sie eine nochmalige Teilung durch eine der vorhergehenden parallel verlaufende Antikline erfahren hat. Die auf diese Weise entstandenen Schließzellen weichen darauf in der Mitte aus einander und stellen so den auf die inneren Gewebeteile mündenden Kanal her. — Bei einigen Polypodiaceen, auch bei *Aneimia*, liegen die mit reichlichen Chlorophyllmassen versehenen Schließzellen in der Mitte einer Epidermiszelle (Fig. 44) und wölben sich über die Ebene der Epidermis merklich hervor. Bei ihrer Anlage bildet sich innerhalb einer Epidermiszelle eine kreisförmig geschlossene, antikline Teilungswand, welche die ganze Höhe der Epidermis einnimmt, aber oft durch eine der ersteren parallele Antikline in eine äußere ringförmige (Nebenzelle) und eine innere, central gelegene Zelle zerlegt wird, worauf die letztere, wie bei den anderen Formen, in die beiden Schließzellen zerfällt, während die ringförmige Nebenzelle ungeteilt bleibt.

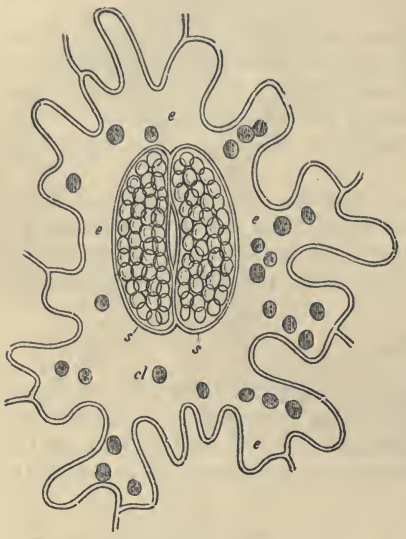


Fig. 44. Flächenansicht einer Epidermiszelle von *Aneimia Phyllitidis* (L.) Sw. mit einer in der Mitte derselben liegenden Spaltöffnung. *ss* die mit Chlorophyll angefüllten Schließzellen der Spaltöffnung, *e* Epidermis, *cl* Chlorophyllkörner derselben. (Nach Sachs.)

Außer bei den Hymenophyllaceen, welche als hygrophile Farne keine Spaltöffnungen und Intercellularräume besitzen, fehlen solche auch bei anderen Farnen, deren Epidermis zu keiner vollständigen Entwickelung gelangt ist, also den ebenfalls hygrophilen Farnen, welche durch ihre Blätter den größten Teil des Wasserbedarfs auf osmotischem Wege von der Umgebung beziehen, so z. B. *Asplenum obtusifolium* L. Das Blatt desselben besteht aus 3—4 Zellschichten; nur wo die Leitbündel verlaufen, wird die Zahl der Zellschichten etwas größer, aber eine typische chlorophyllose Epidermis fehlt vollständig und die Cuticula ist sehr dünn, so dass sie auf die Permeabilität der Membranen keinen wesentlichen Einfluss ausübt; eine Aufnahme des die Blattoberfläche benetzenden Wassers findet also durch osmotische Vorgänge statt, was für das Leben der Pflanze von großer Bedeutung ist, da die Zahl und die Größe der im Blatt vorhandenen Leitbündel, durch welche eine Wasserzufuhr von der Wurzel her vermittelt wird, sehr gering ist.

Erwähnenswert sind noch die der Epidermis angehörigen Spicularzellen der *Vittaria*-Arten und mehrerer verwandter Farne (Fig. 47, *sp*). Es sind dies langgestreckte, lichtbrechende, sklerotische Zellen, welche an ihrer Außenseite stark verdickt sind und ein nur kleines Lumen enthalten; sie werden 2—5mal so lang als die Epidermiszellen und liegen einzeln zwischen denselben zerstreut, sie werden auf beiden Seiten des Blattes entwickelt und tragen zur Festigung der Epidermis und somit auch des Blattes bei. Bei Behandlung mit Anilinfarben treten diese Zellen namentlich auf abgeschälten Epidermisstückchen sehr deutlich hervor, da sie keine Farbe aufnehmen, also weiß, resp. farblos bleiben, während die Wände der Epidermiszellen ziemlich stark mit dem Farbstoff imprägniert werden.

Eine Anzahl Farne besitzt Nectarien, so z. B. *Pteridium aquilinum* an den in der Fig. 45 angegebenen Stellen der Wedelspindeln erster und zweiter Ordnung. Jedes Nectarium besitzt in seiner Epidermis mehrere Spaltöffnungen, aus denen in einem bestimmten Entwickelungsstadium zuckerhaltige Flüssigkeit austritt, wird aber mit zunehmendem Alter funktionslos. Über die Bedeutung der u. a. auch bei den Gattungen *Cyathea*, *Hemitelia* und *Angiopteris* beobachteten Nectarien ist noch nichts Sicheres bekannt.

Nicht seltene, bemerkenswerte Organe der Epidermis sind ferner die Wassergruben (Hydathoden ohne Wasserspalten) (Fig. 46), welche die Aufgabe haben, überschüssiges Wasser, namentlich bei verringerter oder unterdrückter Transpiration, wie sie bei übermäßiger Luftfeuchtigkeit eintreten muss, abzugeben. Da die Wassergruben aus dünnwandigen, dicht anschließenden, kleineren Epidermiszellen, die sich in einer Vertiefung an den Leitbündel-Endigungen befinden, gebildet werden, muss das überschüssige Wasser durch die Epidermis der Wassergrube hindurchfiltriert werden.

Bei den mehrjährigen Organen findet man als äußere Hülle ein besonderes Korkgewebe, das Periderm. Dasselbe schützt nicht nur gegen zu große Verdunstung, sondern ist auch ein gutes, chemisch-mechanisches Schutzmittel; es ist aber bei den einzelnen Gattungen und Arten außerordentlichen Verschiedenheiten unterworfen.

Fig. 45. Stück eines ausgewachsenen Wedels von *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, in 1/1; *n* = Nectarienstellen, in Form kleiner, oft gefärbter Wülste. (Nach H. Potonié.)

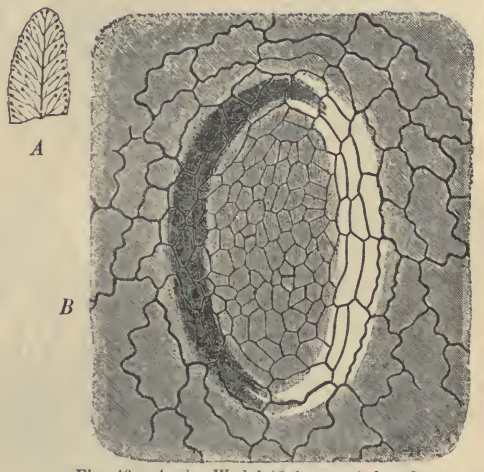


Fig. 46. *A* ein Wedelstück von *Polypodium vulgare* L., von unten gesehen, in 1/1, die Wassergruben am Ende der Leitbündel zeigend. — *B* eine Wassergrube derselben Art in etwa 80/1 Vergrößerung. (Nach H. Potonié.)

b. Skelettsystem. Von dem Skelettsystem gilt im wesentlichen dasselbe. Besonders zu erwähnen ist jedoch in manchen Farnstämmen die Anordnung des Skelettgewebes nach der Wellblechkonstruktion, weil diese Anordnung bisher nur bei den Farnen bekannt geworden ist. (Näheres vergl. bei den Cyatheaceen.)

2) Die Systeme der Ernährung. a. Das Absorptionssystem (vergl. Wurzel).

b. Das Assimilationssystem. Dasselbe umfasst im allgemeinen die chlorophyllhaltigen Zellen. Gehen wir bei der näheren Betrachtung desselben von dem typischen Baue des B. aus, so finden wir denselben bei den Farnarten sonniger oder nur teilweise beschatteter Standorte einigermaßen wieder, und es mag daher als erstes Beispiel für den Bau des B. *Notholaena Marantae* dienen. Das B. ist auch hier auf beiden Seiten von der Epidermis nebst der darüber gespannten, meist sehr dünnen Cuticula bedeckt, es folgt unter den Epidermiszellen der Oberseite des B. das Pallisadensystem, welches hier zu einer sehr ausgiebigen Entwickelung gelangt ist. Die dasselbe bildenden Pallisadenzellen selbst sind langgestreckt und in 2—3 Schichten über einander gelagert. Hierauf folgt nach innen zu das Schwammparenchym, in dessen oberem Teile, dicht an den Pallisadenzellen, die Leitbündel eingebettet sind. Das Schwammparenchym reicht bis zur Epidermis der Unterseite und wird von mehr oder weniger großen Intercellularräumen durchzogen; es dient daher als Durchlüftungssystem und ist in den Blättern der meisten Farne zu beobachten. Das Pallisadensystem dagegen, obgleich es — wie z. B. in dem oben genannten Falle — vornehmlich als Assimilationssystem fungiert, fehlt

trotzdem in den Farnblättern nicht selten gänzlich, desgleichen auch zuweilen die Epidermis, deren Differenzierung mitunter, namentlich bei den hygrophilen Formen, unterbleibt (man vergl. oben).

Insbesondere fehlt das Pallisadensystem z. B. in den Blättern der *Vittaria*-Arten und mehrerer diesen verwandten Farnen, wo auf die durch die eigentümlichen, nur in dieser Farngruppe vorkommenden Spicularzellen (man vergl. oben) gefestigte Epidermis auch an der Oberseite des Blattes sofort das Schwammparenchym folgt, hier das einzige Gewebe, welches den Zwecken der Assimilation dienstbar ist. Dasselbe tritt aber auch in dieser Farngruppe in einigen sehr verschiedenartigen Modifikationen auf, und es besteht in dem einen Falle aus annähernd isodiametrischen, z. T. mehr oder weniger kugeligen Zellen, welche keine besonders großen Intercellularräume zwischen sich frei lassen (z. B. *Hecistopteris*, einige *Monogramme*- und *Vittaria*-Arten, Fig. 47, *A*). In einer anderen Modifikation wird das Schwammgewebe dagegen von einem außerordentlich weitmaschigen, netzartigen Gewebe länglicher, dünner und mehrarmiger Zellen gebildet, zwischen denen

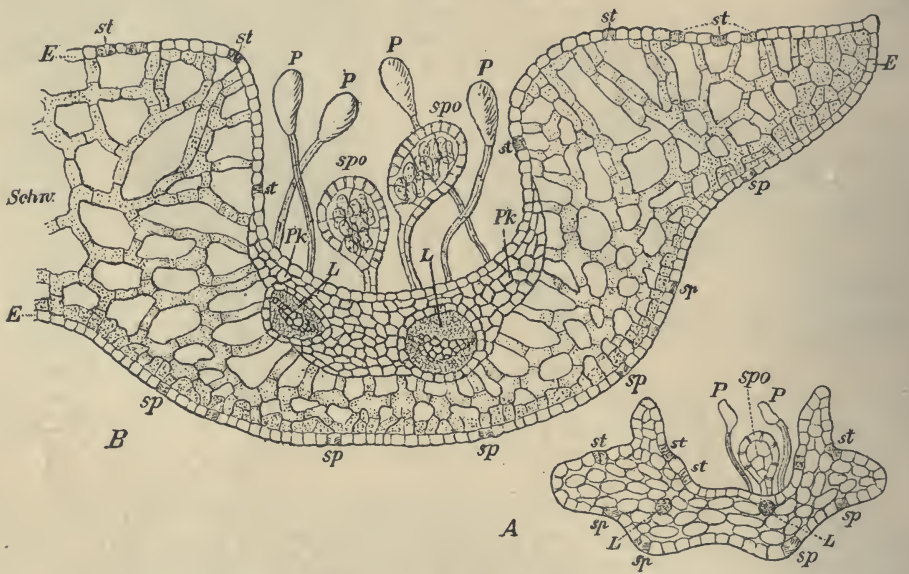


Fig. 47. *A Monogramme paradoxa* (Fée) Bedd.. Querschnitt durch das fertile B. (Vergr. 60/1). *spo* die Sporangien, *P* die Paraphysen, *st* die Spaltöffnungen, *sp* Spicularzellen, *L* Leitbündel. — *B Vittaria scolopendrina* Thw., Teil eines fertilen B., Querschnitt. (Vergr. 60/1). *e* die Epidermis, *Schw* das Schwammgewebe (Durchlüftungssystem), *Pk* das Parenchymkissen. (Nicht bei allen, aber bei einer sehr großen Anzahl Vittarieen nehmen die Sporangien und Paraphysen von einem solchen, aus kleinen isodiametrischen Zellen bestehenden Kissen, ihren Ursprung). Die übrigen Bezeichnungen wie bei *A*. (Original.)

mächtige Intercellularräume liegen; ein Teil der letzteren reicht daher direkt bis an die Epidermis heran. Dieser Bau des Blattes, welcher bei den meisten *Vittaria*-Arten zu beobachten ist (Fig. 47, *B*), beruht offenbar auf der Anpassung an einen außerordentlich hohen Feuchtigkeitsgehalt der atmosphärischen Luft, und man findet diese Gewebeform daher auch bei einer großen Anzahl tropischer Farne (*Polypodium*-, *Aspidium*-Arten u. s. w.), mitunter auch schon bei europäischen Farnen.

Zwischen den beiden extremen Gewebebildungen, also derjenigen der oben beschriebenen *Notholaena Marantae* und der der *Vittaria*-Arten finden sich aber — wie es bei den so mannigfachen äußeren Einflüssen kaum anders zu erwarten ist — außerordentlich zahlreiche Übergangsformen. Alle diese im einzelnen zu beschreiben oder auch nur zu erwähnen, würde zu weit führen und auch zwecklos sein, da die Gewebebildung selbst bei einer und derselben Art — allerdings in bestimmten Grenzen — Veränderungen unterworfen ist je nach dem Standorte und den atmosphärischen Ein-

flüssen. Auch bei den europäischen Arten kann man sich schon zur Genüge davon überzeugen (z. B. *Aspidium*-Arten, *Osmunda*, *Scolopendium* u. s. w.).

Nur auf den für einige *Antrophyum*-Arten charakteristischen Bau des B. wäre noch hinzuweisen. Bei *Antrophyum plantagineum* z. B. sind die Epidermiszellen, welche nach außen stark verdickt sind, chlorophyllhaltig und an der Oberseite des B. nach innen zu gestreckt und z. T. sackartig ausgebildet; an diese schließt sich das Schwammparenchym an. Die einzelnen, mehr oder weniger isodiametrischen Zellen desselben verjüngen sich nach den Nachbarzellen zu und lassen zahlreiche große Luftlücken zwischen einander frei. An der Unterseite entsprechen die Epidermiszellen schon eher der typischen Form, obgleich sie auch etwas ausgesackt sind; zwischen den letzteren findet man auch zahlreiche Spaltöffnungen nebst den in der Regel sehr großen Atemhöhlen.

c. Das Leitungssystem. Dasselbe tritt in sehr verschiedenen Modificationen auf; die typischen Leitbündel, z. B. der *Polypodium*-Arten, sind bicollateral gebaut (Fig. 48): Im Centrum das Hydrom, welches aus Hydroïden (Tracheïden) besteht. Es sind dies im wesentlichen weite, lange, prismatisch-spindelförmige Treppentracheïden mit behöften Tüpfeln, d. h. Zellen, welche eine leiterförmig verdickte Membran besitzen. Wirkliche Gefäße, Treppengefäße mit leiterförmig perforierten Scheidewänden, welche aus röhrenartig zusammenhängenden und an der Grenzfläche offenen Zellen zusammengesetzt sind, sind bis jetzt in äußerst wenigen Fällen gefunden worden (*Pteridium aquilinum*, Wurzeln von *Athyrium filix femina*). Das Hydrom wird allseitig von einem Amylommantel umgeben (Fig. 48); einige Amylomzellen sind auch zwischen die

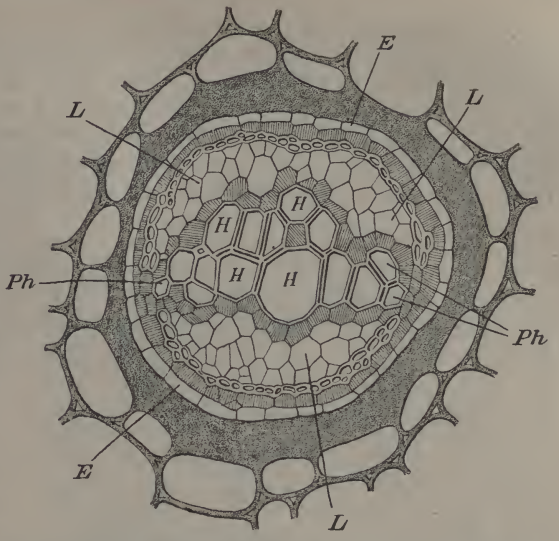


Fig. 48. Querschnitt durch ein kleines Rhizombündel von *Polypodium glaucophyllum* Kze., 320 mal vergr. — *Ph* das Protohydrom, *L* das Leptom; das Amylom ist zum Unterschiede von dem Leptom schraffiert dargestellt, *E* die Schutzscheide. Das ganze Bündel wird von einer mechanischen Scheide umgeben, welche durch Verdickung der dem Leitbündel zugekehrten Membranen des an die Schutzscheide stoßenden Grundgewebes entsteht. (Nach Potonié.)

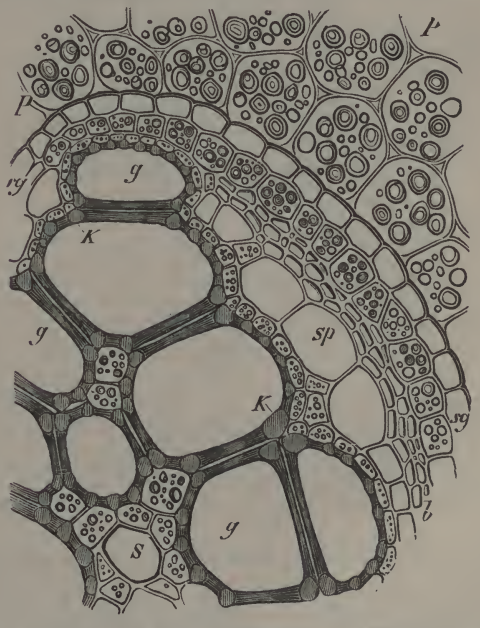


Fig. 49. Viertel eines Querschnittes durch ein Mestombündel im Stamme von *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn; 300mal vergr. *g* die weiten Treppengefäße, *K* verdickte Wandstellen derselben, *S* eine Spiraltracheïde, umgeben von kleineren stärkeführenden Amylomzellen, dieselben auch mehrfach zwischen dem Hydrom (bezeichnet durch *g*) und dem Leptom (*sp* und *b*). *sp* Siebröhren. *b* das aus kleinen dickwandigen Zellen zusammengesetzte Protoleptom (man vergl. Fig. 35). *sg* die Schutzscheide (Endodermis). Zwischen *b* und *sg* die an die Schutzscheide angrenzende Stärkescheide (vergl. Fig. 35). *P* das die Endodermis umgebende parenchymatische Speichergewebe (Grundgewebe), welches mit zahlreichen Stärkekörnern angefüllt ist. (Nach Sachs.)

Hydroïden gelagert. An den Amylommantel grenzt auf jeder der Breitseiten des Hydroms je eine Leptomsichel, *L*. Die nicht vom Leptom eingenommenen beiden gegenüberliegenden Stellen des Hydroms beim Protohydrom (*Ph*) stehen mit einem Amylomcylinder (Stärkescheide), welcher das ganze Bündel innerhalb der Schutzscheide (Endodermis, *E*) umgiebt, in Verbindung. Zuweilen wird allerdings auch der eine oder beide Hydrompole vom Leptom umzogen, so dass hier die beiden Leptomsicheln in Verbindung stehen, wodurch sich der Bündelbau dem concentrischen Typus nähert, namentlich z. B. in den Bündeln der Blattstiele und Blattspreiten. Dem an die Schutzscheide (*E*) angrenzenden Amylommantel liegen innen zwei gewöhnlich continuierliche (in Fig. 48), sichelförmige, schmale, aus kleinen dickwandigen Zellen zusammengesetzte Protoleptombänder an, deren Kanten durch die an den Polen des Hydroms befindlichen Amylomzellen geschieden werden. Das ganze Bündel wird von einer mechanischen Scheide umgeben, die durch Verdickung der dem Bündel zugekehrten Membranen des an die Schutzscheide stoßenden Grundparenchyms entsteht und oft durch eine braune Färbung ausgezeichnet ist.

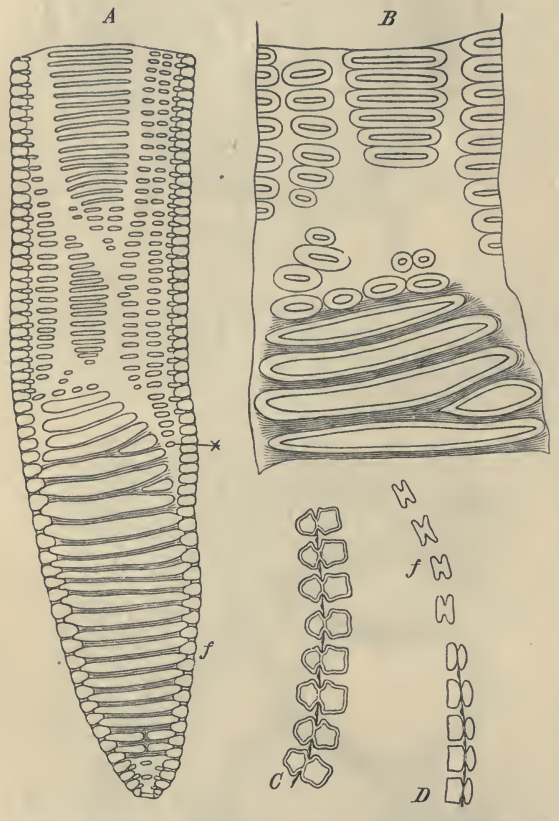


Fig. 50. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. Rhizom. *A* Ende eines kurzen Gefäßgliedes, die schräge, leiterförmige Endfläche *f* und ein Stück Seitenwand in Flächenansicht, 142 mal vergr. *B* ein Stück von *A* bei *, 375 mal vergr. *C* dünner Längsschnitt durch ein Stück Seitenwand an der Berührungsfläche zweier Gefäße, 375 mal vergr. *D* desgl. durch die geneigte Zwischenwand und ihren an die Seitenwand grenzenden Rand. Bei *f* die Tüpfel offen. (Nach De Bary.)

d. Das Speichersystem ist namentlich in den Rhizomen während der Winterruhe deutlich zu erkennen; das Parenchym des Grundgewebes ist zu dieser Zeit dicht mit Stärkekörnern angefüllt.

e. Das Durchlüftungssystem findet man sehr deutlich in vielen Blättern der Polypodiaceen, deren Schwammgewebe oft sehr große Intercellularräume aufweist (man vergl. oben).

Die Gewebebildung in dem Stamme von *Osmunda* vollzieht sich dagegen in einer von dem allgemeinen Typus der Farne völlig abweichenden Weise und verdient daher eine besondere Erwähnung. Das Centrum des erwachsenen Stammes von *Osmunda* wird von einem kräftig entwickelten Markcylinder gebildet, welcher radienartig Fortsätze, Markstrahlen, entsendet. Durch dieselben wird das den Markcylinder umgebende Tracheom wohl in eine Anzahl einzelner Stränge zerlegt, aber die Markstrahlen dringen trotzdem nicht weit nach außen, sondern werden begrenzt von einer mehrschichtigen parenchymatischen Scheide (Russow's Xylemscheide), welche das Tracheom nach außen umgiebt, zwischen den einzelnen Tracheom-(Holz-)Strängen aber gegen das Centrum einbiegt, so dass sie auf die Markstrahlen stößt. Diese Holzstränge werden indessen auch an der inneren, gegen das Mark und die Strahlen gewendeten Seite von derselben, aber hier meist nur einschichtigen Parenchymscheide umkleidet. Der mehrschichtige, nach außen hin gelegene Teil dieser Scheide

wird dagegen von dem Leptom umschlossen, und zwar zunächst von einer Siebröhrenzone, welche einen Hohlcylinder darstellt und nur eine Lage dick ist, aber an den Markstrahlen mehrschichtig wird, woselbst sie einen Keil in die Parenchymscheide einschiebt. Auf die Siebröhrenzone folgt ein 2—3schichtiger Cylindermantel, dessen Zellen ebenfalls siebartig durchbrochen, aber quergestreckt sind, so dass sie keine Röhren bilden. Nach außen trifft man nun eine meist 2 Zelllagen starke, concentrische Zone mit stärkehaltigen Parenchymzellen; ihr folgt endlich die Endodermis, welche diesen ganzen Centralcylinder einhüllt.

Auch die Entwickelung dieses Centralcylinders ist eine höchst eigenartige. Nahe unterhalb des wachsenden Vegetationspunktes beobachtet man einen Hohlcylinder von Procambialsträngen, welche dem Hydrom, resp. den einzelnen Strängen desselben den Ursprung geben. Sie schließen sich nach außen hin an eine mehrschichtige, meristematische Zone an, während das Centrum von dem jungen Mark eingenommen wird, welches

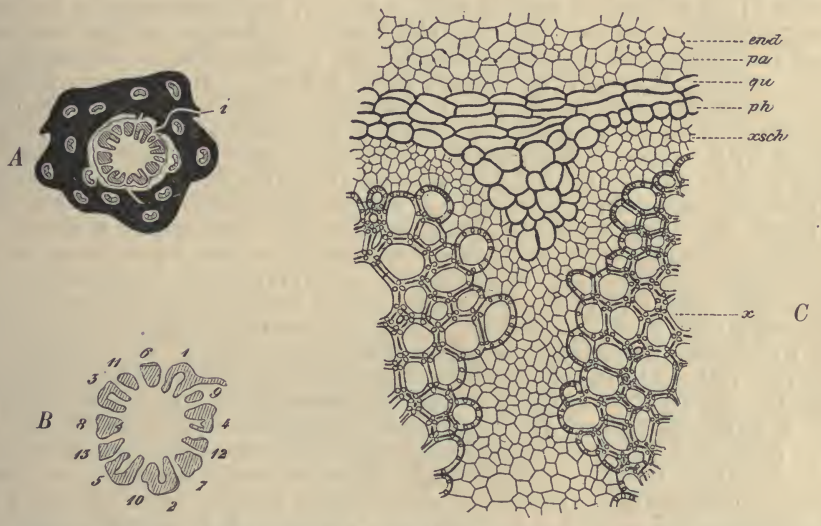


Fig. 51. *Osmunda regalis* L. *A* Querschnitt durch einen kräftigen Stamm, vom Scheitel desselben aus gesehen, etwa 2mal vergr. *i* unterstes Blattspurbündel, von ihm ein Wurzelbündel durch die Rinde abgehend. — *B* Skizze eines Bündelringes in voriger Figur, stärker vergr. 1 unterstes, gerade an seiner Eintrittsstelle in den Ring durchschnittenes Spurbündel mit einem der beiden sich hier ansetzenden Wurzelbündel. Die Ziffern 1—13 bezeichnen die im Querschnitte sichtbaren Spurbündel der 13 successiven B. 10 abnormer Weise mit 2 vereinigt. — *C* Querschnitt durch den vor einem Markstrahl gelegenen Teil des Centralcylinders. Rechts und links vom Markstrahle die benachbarten Holzstränge (*x*), welche von einer Parenchymscheide (*xsch*, Russow's Xylemscheide) eingehüllt sind. *ph* die Siebröhrenzone des Leptoms, *qu* Zone der quergestreckten Leptomzellen, *pa* die stärkereiche Parenchymscheide, *end* die Endodermis (Schutzscheide); etwa 250mal vergr. (*A* und *B* nach De Bary, *C* nach Zenetti.)

schon sehr früh sternartig in die in der Entstehung begriffenen Hydromstränge eingreift. Aus diesem Meristemmantel geht im Laufe der weiteren Entwickelung das gesamte Leptom, sowie die Schutzscheide (Endodermis) und ein Teil des umgebenden Rindenparenchyms hervor. Von den Zellen dieses Meristems sind die innersten sehr klein, aus ihnen wird die Siebröhrenzone gebildet; die übrigen Zelllagen des Meristems stehen in regelmäßigen Radialreihen, zeichnen sich aber trotzdem durch große Breite in tangentialer Richtung aus; aus ihnen entstehen die den Siebröhren ähnlichen transversalen Zellen, die darauf folgende Parenchymzone, die Schutzscheide und ein Teil des umgebenden Rindenparenchyms. Alle diese aus dem Meristem hervorgegangenen Gewebeteile umschließen also die getrennten Hydromteile als continuierliche, concentrische Zonen. Der Centralcylinder ist nicht völlig rund, sondern hat eine abgerundet 5eckige Form und führt in seinen Kanten hufeisenförmige Hydromstränge, welche zu den Blattbündeln abgehen. In dieselben setzt sich auch das Leptom sowohl unterhalb als oberhalb der

Insertionsstelle fort und umhüllt somit den Hydromteil des Blattbündels vollständig; dasselbe ist also concentrisch, und zwar schon im Moment der Trennung vom Centralcylinder des Stammes. Neben jeder Blattspur verbleiben dem Stamme zwei schräg aufwärts steigende Ersatzstränge, welche Maschenbildungen bewirken.

Für diesen höchst eigenartigen Bau des Stammes finden sich unter den recenten Formen keinerlei Anknüpfungspunkte, eine beachtenswerte Übereinstimmung dagegen ergiebt sich mit den *Sigillarien*, deren Stammleitbündel sogar bis in die kleinen Details mit demjenigen von *Osmunda* übereinstimmen würden, falls der aus ihnen gebildete Cylinder — wie es höchst wahrscheinlich ist — von einem continuierlichen Leptommantel umhüllt wird.

Adventivknospen.

Wichtigste Litteratur: Schkuhr, Farnkräuter, t. 57. — Willdenow, Spec. plant. V. p. 235. — Link, Fil. spec. h. Berol. p. 109. — Kunze, G., Knollenbildungen an den Ausläufern der Nephrolepis-Arten. (Bot. Ztg. 1849, p. 881). — Braun, A., Die unterirdischen Stolonen von *Struthiopteris germanica*. (Betracht. üb. d. Erscheinung d. Verjüngung in der Natur, p. 115). — Schacht, Pflanzenzelle, T. XV. f. 3—6. — Hofmeister, Beiträge zur Kenntnis der Gefäßkryptogamen, II. (Abh. d. math.-phys. Klasse der Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss., Leipzig, 1857). — Sachs, Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl., 1874, p. 175. — L. Kny, Die Entwickelung der Parkeriaceen, dargestellt von *Ceratopteris thalictroides* Brongn. (Ks. Leop.-Carol. Akad. d. Naturf. Bd. XXXVII, Nr. 4, 1875). — Heinricher, E., Über Adventivknospen an der Wedelspreite einiger Farne. (Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wiss. z. Wien. LXXVIII. Bd. 1878). — Sadebeck, Die Gefäßkryptogamen. (Handbuch der Bot., herausgegeb. v. Schenk. I. Bd. 1880, p. 267). — Zimmermann, Über die Scheitelzelle an den Adventivknospen einiger Farnarten. (Bot. Centralbl. 1881, VI. Bd., p. 175). — Heinricher, E., Erwiderung auf A. Zimmermann's Aufsatz: »Über die Scheitelzelle an den Adventivknospen einiger Farnarten«. (Bot. Centralbl. 1881, VI. Bd., p. 358). — Ders., Die jüngsten Stadien der Adventivknospen an der Wedelspreite von *Asplenum bulbiferum* Forst. (Sitz.-Ber. d. K. Ak. d. Wiss. z. Wien. LXXXIV. Bd., 1881). — Goebel, Grundzüge der Systematik und speciellen Pflanzenmorphologie, Leipzig, 1882, p. 234 ff. — Druery, C. T., Proliferous Ferns. (The Gardener's Chronicle 1882, Vol. XVIII, No. 468, p. 781). — Derselbe, Proliferous Lady ferns (The Florist and Pomolog 1883, No. 61, p. 4—5). — Derselbe, Proliferous Ferns (The Gardener's Chronicle, 1885, Vol. XXIV, p. 244). — Lachmann, P., Recherches sur la morphologie et l'anatomie des Fougères. Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris. T. CI, 1886). — Trécul, A., Natura radiculaire des stolons des *Nephrolepis*. Réponse à M. P. Lachmann. (Compt. rend. d. séances de l'Acad. des sc. de Paris. T. CI, p. 915 ff). — Watson, Root Proliferation in *Platycerium* (Gardener's Chronicle, 1886. Vol. XXV, p. 201). — Luerssen, Die Farnpflanzen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. (In Rabenhorst's Cryptogamenflora). — Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen. I., p. 203. Marburg, 1889. — Matouschek, Fr., Die Adventivknospen an den Wedeln von *Cystopteris bulbifera* (L.) Bernh. (Österr. Bot. Zeitschr. 1894, 44. Jahrg., Nr. 4). — Rostowzew, Unters. betr. die Entwickelungsgeschichte und Keimung der Adventivknospen der *Cystopteris bulbifera* (L.) Bernh. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. General-Vers. Heft 1894, p. 45 ff.) — Heinricher, Wahrung der Priorität. Zur Frage über die Entwickelungsgeschichte der Adventivknospen bei Farnen. (Bot. Centralbl., Bd. LX, 1894, p. 334 und Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1895, p. 112 ff.) — Sadebeck, Über die knollenartigen Adventivbildungen auf der Blattfläche von *Phegopteris sparsiflora* Hook. (Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1895.) — Ders., Filices Cameruniane Dinklageanae. (Jahrb. der Hamb. wissensch. Institute (Beiheft). XIV, 1896.)

Adventivknospen, d. h. alle diejenigen knospenartigen Neubildungen, welche nicht von einem Vegetationspunkte ihren Ursprung nehmen, werden bei den Farnen mehrfach angetroffen, sind jedoch (außer bei den Ophioglossaceen) nur an die Blätter gebunden und treten sowohl an der Lamina als am Blattstiele auf. Die bekanntesten Formen derselben bilden einige Zeit nach ihrer Entstehung die Stammknospe, welche von Blättern umgeben wird. Dadurch, dass sie die Fähigkeit besitzen, sich zu einem der Mutterpflanze gleichen Pflanzenkörper auszubilden, der sich früher oder später von dem Mutterorgane trennt, dienen sie der ungeschlechtlichen, rein vegetativen Vermehrung der Farne.

Die Anlage der an der Lamina des Blattes auftretenden Adventivknospen findet in acropetaler Folge statt. Sie gehen aus einer einzigen Oberflächenzelle hervor, welche unmittelbar zur Bildung einer dreiseitig sich segmentierenden Scheitelzelle führt. Sie entstehen sowohl auf der Unterseite der Lamina (z. B. *Asplenum Belangeri* und *bulbiferum*, Fig. 52), als auch auf der Oberseite derselben (z. B. *Diplazium celtidifolium*, *Asplenum viviparum*) und sind an den Verlauf der Adern gebunden. Im Laufe der Entwickelung wird aus der einzelligen Anlage eine Protuberanz, d. i. der Stammscheitel der Adventivknospe, welcher den Wachstums- und Teilungsmodus des Stammscheitels der Mutterpflanze annimmt. In gleicher Weise wie an der letzteren findet dann auch die Anlage und Entwickelung der seitlichen Organe statt, welche oft noch während des Zusammenhanges mit der Mutterpflanze bis zur Entwickelung der Blattspreite vorschreiten (Fig. 52). Die Lostrennung der Knospe erfolgt alsdann hier sowohl wie in den beiden folgenden Fällen durch das Verwesen der der Knospe benachbarten Teile der Mutterpflanze.

Außer den oben genannten Farnen werden derartige Adventivknospen an einer großen Anzahl von Farnspecies beobachtet; namentlich ist aber eine Culturform des *Aspidium aculeatum* durch die sehr reichliche Entwickelung derartiger Knospen ausgezeichnet, welche zu 30—50 oft dicht gedrängt an der Rhachis gefunden werden und für die Ökonomie der Pflanze nicht wertlos sind, da die Sporangienentwickelung an dieser Gartenform oft sehr zurücktritt.

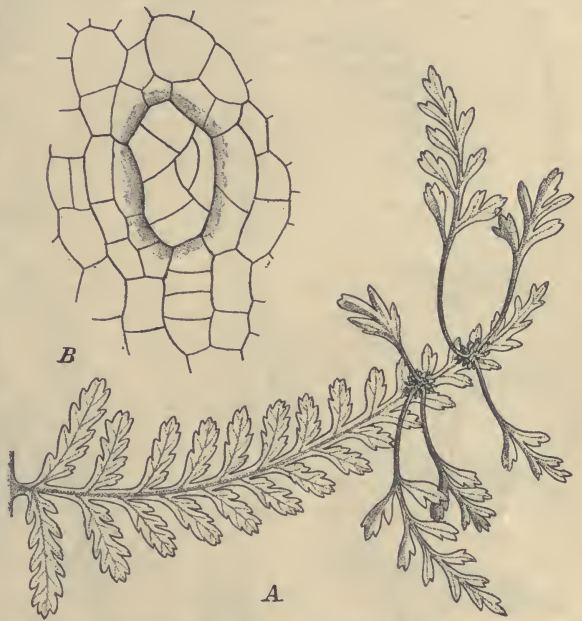


Fig. 52. *Asplenum bulbiferum* Forst. *A* Teil eines B. mit Adventivknospen. Nat. Gr. Original. *B* Exogene Entstehung der Adventivknospe aus einer Oberflächenzelle der Blattspreite; mit dem dritten Teilungsschritte wird in dieser Zelle die Bildung einer 3seitigen Scheitelzelle vollzogen. Vergr. 320/1. (Nach Heinricher.)

Von noch größerer Bedeutung ist aber die Bildung der Adventivknospen für die einjährige *Ceratopteris thalictroides* Brongn., einem in Gräben, Tümpeln, Sümpfen u. dergl. sehr verbreiteten tropischen Farn. Hier unterbleibt die Anlage von Seitenknospen fast ganz, und die Knospenbildung beschränkt sich nur auf die Adventivknospen, welche leicht abbrechen und so zur Vermehrung der Pflanze beitragen. Außerdem entstehen sie selbst dann sehr leicht, wenn das Blatt von der Pflanze losgelöst und in einem feuchten Raume sich selbst überlassen wird.

Bei anderen Farnen, wie z. B. bei *Woodwardia radicans*, *Chrysodium flagelliferum* u. s. w. bildet sich an der Spitze des langen bis zur Erde herabhängenden Blattes sehr häufig eine Adventivknospe, deren Wurzeln in die Erde eindringen, so dass dicht neben der Mutterpflanze neue Sprosse gebildet werden, welche mit derselben oft noch längere Zeit in Verbindung bleiben.

Sehr eigentümlich sind auch die schon seit langer Zeit bekannten und bereits von Schkuhr sehr gut abgebildeten Adventivknospen (Bulbillen) der *Cystopteris bulbifera* (L.) Bernh. (Fig. 53 *A*, *B*, *C*), welche an der Unterseite der Fiedern in der Nähe der Rachis angelegt werden, aber im Gegensatze zu den bisher geschilderten Formen der Adventivknospen im fertigen Zustande vom Blatte durch Vertrocknung ihrer Basis sich loslösen und alsdann erst — wahrscheinlich nach einer gewissen Ruheperiode — zur Entwickelung

der Vegetationsorgane schreiten. Sie sind als echte Adventivknospen zu bezeichnen und entwickeln sich ebenfalls aus je einer Epidermiszelle der jungen Lamina, indem auch hier eine nach 3 Seiten sich segmentierende Scheitelzelle entsteht. Nachdem sich im Laufe der weiteren Entwickelung eine Art »Fuß« als Anheftungsglied der Knospe entwickelt hat, erzeugt der fast knollige Körper derselben zwei opponierte fleischige Niederblätter, an welche sich weitere Niederblätter nach $^2/_5$ Stellung anreihen. Diese Blätter vermögen mit Ausnahme des ersten Paares Wurzeln zu treiben (Fig. 53 *B* und *C*), mit welchen die auf den Boden gelangte Knospe sich festwurzelt. Die Entwickelung der Blattflächen beginnt rel. spät;

Fig. 53. *Cystopteris bulbifera* (L.) Bernh. *A* ein Blattstück mit den Adventivknospen. Nat. Gr. *B* eine abgefallene Adventivknospe, Wurzeln treibend. *C* eine noch weiter entwickelte Adventivknospe mit zwei Wurzeln und einer Blattanlage. *B* und *C* etwas vergrößert. (Nach Matouschek.)

Fig. 54. *Phegopteris sparsiflora* Hook. *A* ein tief fiederspaltig-gelapptes, resp. geteiltes, unteres (basales) Fiederchen eines Blattes, an welchem die Entwickelung der Knöllchenpaare zur vollen Ausgiebigkeit gelangt ist. Die herabhängenden, mit Spreuschuppen dicht bekleideten Knöllchen, welche teilweise verzweigt sind, entspringen von der Unterseite der Lamina, an den Blattwinkeln der Fiederchen II. O. in der Nähe der Costa und bilden somit Knöllchenpaare. Die Entwickelung der Sori ist auf dem gezeichneten B. eine für diese Art verhältnismäßig sehr reichliche. Nat. Gr. — *B* zwei von einem anderen Blatte abgefallene, wiederholt verzweigte Knöllchen, an welchem die Natur des Rhizoms schon ziemlich deutlich zum Ausdrucke gelangt. (Nat. Gr.). — *C* Medianer Längsschnitt durch den basalen Teil eines abgefallenen Knöllchens. (Die Orientierung der Knöllchen am Blatte ist in der Zeichnung beibehalten). Vergr. 30/1. — *G—G'* das Leitbündel, welches die Knolle durchzieht und die alleinige Verbindung mit dem Blatte herstellte, in dem der Zeichnung vorliegenden Präparate aber bei *G'* zerrissen ist. *E* die mehrschichtige Epidermis des äußeren angeschwollenen Teiles der Knolle. *z* der während der Entwickelung des Knöllchens an die Blattfläche angrenzende Teil desselben; an welchem die Differenzierung der Epidermis fast unterblieben ist. *St* das mit Stärke dicht angefüllte Grundgewebe. (Original.)

als Nährmaterial dient in der ersten Zeit nach der Lostrennung die in dem Gewebe der Knospenachse und der Niederblätter aufgespeicherte Stärke.

Sehr eigenartig sind die ebenfalls auf der Blattfläche zur Anlage gelangenden Knöllchen, welche zuerst auf den Blättern eines westafrikanischen Farn, *Phegopteris sparsiflora* Hook., beobachtet wurden (Fig. 54). Es sind dies längliche, dicht mit schwarzbraunen Spreuschuppen bedeckte, in geotropem Sinne stets nach unten gerichtete, rhizomartige Adventivknöllchen, welche paarweise, d. h. je eine zu jeder Seite der Mittelrippe der Fieder und nahe der Basis derselben zur Anlage gelangen, im entwickelten Zustande aber sich mehr oder weniger verzweigen. In der Structur und der Art und Weise des Wachstums stimmen sie überhaupt mit dem kriechenden Rhizom der Mutterpflanze überein, und es wäre keineswegs unrichtig, diese Knöllchen als »blattbürtige Rhizome« zu bezeichnen. Sie besitzen ein gleiches Scheitelwachstum, eine dreiseitig sich segmentierende Scheitelzelle und denselben Verzweigungsmodus wie die Rhizome, indem die Anlagen der Verzweigungen auch hier auf Seitenknospen zurückzuführen sind, welche unabhängig von den Blättern entstehen. In den rückwärts vom Scheitel gelegenen Teilen, deren Anatomie ebenfalls mit der der Rhizome übereinstimmt, findet die Ablagerung der Reservestoffe, namentlich der Stärke in dem Grundgewebe statt. Die jungen Blattanlagen, welche man an dem Scheitel in spärlicher Anzahl findet, führen dagegen keine Reservestoffe und sind also z. B. den oben besprochenen stärkeführenden Niederblättern der Bulbillen von *Cystopteris bulbifera* (L.) Bernh. nicht vergleichbar. Die Verbindung der Knöllchen mit der Mutterpflanze und den Bündelsträngen derselben wird aber nur durch ein einziges dünnes Leitbündel hergestellt, welches nur am Anfange der Entwickelung von einer dünnen Hülle parenchymatischen Gewebes umgeben wird und sich erst einige Zeit nach dem Eintritte in die Knolle verzweigt. Das schwache Bündel zerreißt daher an der Verbindungsstelle, wo es keinen Schutz besitzt und den äußeren Einflüssen direkt ausgesetzt ist, sehr leicht, und die rhizomartigen Knöllchen fallen ab. Die im Grundparenchym derselben aufgespeicherte Stärke gelangt alsdann für das weitere Wachstum der Knöllchen zur Verwendung, bis durch die Blätter die Assimilationsthätigkeit und durch die Entwickelung der Wurzeln, welche erst nach der Lostrennung der Knöllchen von der Mutterpflanze zur Anlage gelangen, die direkte Nahrungszufuhr erfolgt. Auch biologisch ist die Entwickelung der Knöllchen von Interesse, da die Erhaltung dieser Art nicht in gleicher Weise wie bei anderen Farnen durch eine reichliche Ausbildung der Sporen gesichert ist, sondern — mögen solche Knöllchen sich entwickeln oder nicht — die Sporen nur in einer rel. geringen Anzahl zur Reife gelangen, da die Sporangien vielfach verkümmern, ehe die Ausbildung der Sporen begonnen hat.

Fast in allen Fällen, wo feste Spreuschuppen am Stamme gebildet werden, geschieht dies auch an den Adventivknospen, deren junge Organanlagen hierdurch gegen äußere Angriffe geschützt werden. Dies beobachtet man z. B. auch an den B. des *Acrostichum punctulatum* Sw. (aus dem Kamerungebiete), welche deutlich gefiedert sind. Am Grunde eines jeden Fiederchens, und zwar sowohl der sterilen wie der fertilen B., findet man ganz regelmäßig eine Adventivknospe, welche an der inneren Seite der Rachis, also annähernd blattwinkelständig inseriert ist. In der Regel scheinen diese Knospen nicht sofort zur Entfaltung der B. zu gelangen, aber die Anlagen der Vegetationsorgane, insbesondere diejenigen der B. werden schon sehr früh gebildet, und man findet dieselben daher stets, wenn die Knospen 2—4 mm Länge und etwa $^3/_4$ mm Dicke erreicht haben; die letzteren haften dann mit einer mehr oder weniger breiten Basis an dem Mutterb. Diese Knospen sind offenbar ebenso wenig wie diejenigen des unten zu besprechenden *Asplenum lunulatum* befähigt, sich von der lebenden Pflanze loszulösen und selbständig zu entwickeln; sie führen daher auch keine Reservestoffe, welche sie in der ersten Zeit nach der Lostrennung für die Entwickelung der Vegetationsorgane verwerten könnten; dagegen gelangen sie unter Bedingungen, welche wir noch nicht kennen, zur Entwickelung der Blätter und Wurzeln. Auch das Wachstum des Stammes schreitet gleichzeitig vor; derselbe erzeugt an seinem Scheitel nicht nur neue Organanlagen, sondern erhält auch das der Mutterpflanze eigene Längenwachstum; er bildet sich ganz direkt zu einem

(oberirdischen) Rhizom aus, welches 1—2 oder mehr Centimeter lang zu werden vermag, aber trotzdem noch mit dem Mutterb. verbunden bleibt.

Auch die Adventivknospen einer Varietät des radiär gebauten *Asplenum lunulatum* Sw., eines epiphytischen Farnes aus dem Kamerungebiete, entwickeln sich — abgesehen von dem rhizomartigen Längenwachstume ihres Stammes — im ganzen in ähnlicher Weise; die Entwickelung des Stammes ist aber hier nur eine sehr geringe, ganz in gleicher Weise wie bei der Mutterpflanze, deren schief aufsteigender Stamm auch keines besonderen Längenwachstums fähig ist, aber B. und Wurzeln in ausgiebiger Weise zu entwickeln vermag.

Wenn oben wiederholt darauf hingewiesen wurde, dass die Adventivknospen eine Entwickelung des Stammes nach Art eines Rhizoms erfahren, so sind hiermit doch nur die Fälle gemeint, wo der Stamm der Mutterpflanze ein mehr oder weniger verzweigtes Rhizom bildet. Bei den ebenfalls mit festen Spreuschuppen versehenen und eben besprochenen Adventivknospen von *Asplenum lunulatum* findet man dagegen — entsprechend dem Stamme der Mutterpflanze — keine solche Stammentwickelung.

Die Adventivknospen besitzen in jedem Falle den Entwickelungsgang der Mutterpflanze.

In anderen Fällen nehmen die Adventivbildungen nicht von der Blattfläche oder der Rachis, sondern von dem Blattstiele ihren Ursprung, so z. B. diejenigen von *Struthiopteris germanica* und einiger *Nephrolepis*-Arten, insbesondere derjenigen der am eingehendsten untersuchten *Nephrolepis undulata* J. Sm., welche sich zu langen, auf der Erde kriechenden (also nicht unterirdischen), hier und da wurzelnden Ausläufern entwickeln, aber an den Enden derselben zu Knollen anschwellen. Die Ausläufer sowohl als die etwa 2—3 cm langen Knöllchen sind grün und spärlich mit hellgelben Spreuschuppen besetzt. Nach Hofmeister, der diese Knollen genauer untersuchte, erlischt nach der Bildung derselben die Vegetation der Endknospe, während der Inhalt ihrer Zellen, sowie derjenige der sie

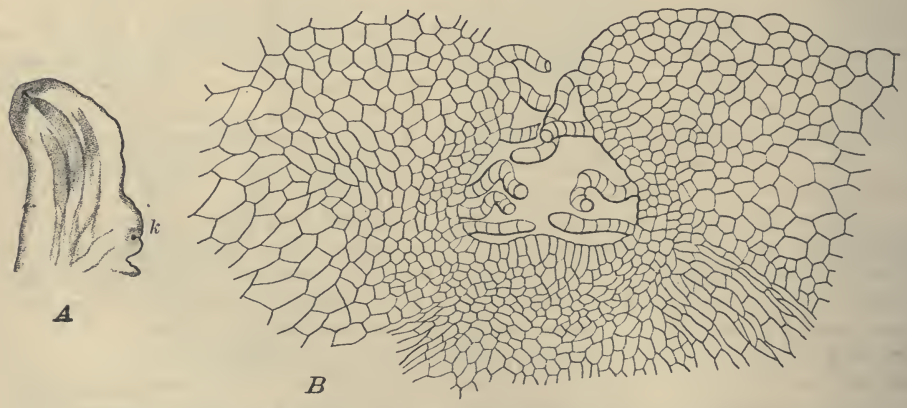


Fig. 55. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. Eine von dem umgebenden Gewebe des Blattstieles umwucherte Adventivknospe. *A* schwach vergr. *B* Querschnitt, 200 mal vergr. (Nach Hofmeister.)

zahlreich umgebenden, jetzt vertrocknenden Rudimente von Spreuschuppen durchsichtig wird. Die Knolle treibt aufs neue Adventivknospen, welche an ihren Seitenflächen in Mehrzahl entstehen. Bald nach der Entwickelung dieser Sprosse wird die Knolle zerstört. Nach Kunze dagegen findet man an dem vorderen Ende der Knolle eine Knospe, und aus dieser entwickelt sich im nächsten Jahre, nachdem der Ausläufer abgestorben ist, unter günstigen Verhältnissen eine neue Pflanze. *Nephrolepis tuberosa* ist nach Kunze dadurch verschieden, dass die Ausläufer regelmäßig in die Erde dringen und die Knollen, welche mit weißen Spreuschuppen besetzt sind, kaum die Größe einer Erbse erreichen. In der neueren Zeit sind die Ausläufer von *Nephrolepis*-Arten von Lachmann und von

Trécul untersucht worden. Der erstere Autor kommt dabei zu dem Resultat, dass dieselben Stammgebilde darstellen, der letztere dagegen, dass sie als Wurzeln aufgefasst werden müssen; neuere Untersuchungsresultate über diese Knollen fehlen aber in beiden Mitteilungen.

Unter den einheimischen Farnkräutern tragen auch noch *Pteridium aquilinum*, *Aspidium filix mas* und *Aspidium spinulosum* blattstielbürtige Knospen (Adventivknospen), welche sehr früh am Rücken des Blattstieles lange vor der Entwickelung der Lamina und der Differenzierung der Gewebe angelegt werden. Bei *Aspidium filix mas* entspringen diese Knospen nicht dicht am Grunde des Blattstieles, wie bei anderen Farnen, sondern ziemlich hoch über der Insertion desselben. Sie bewurzeln sich bald nach der Anlage der ersten Blätter und wachsen zu selbständigen Pflanzen aus, welche sich von der Mutterpflanze erst dann vollständig trennen, wenn der Blattstiel, von dem sie entspringen, sich von derselben loslöst. Oft findet man auch erwachsene Pflanzen noch im Zusammenhange mit dem Blattstiele einer älteren Pflanze. Bei *Pteridium aquilinum* umwuchert das umgebende Gewebe die junge Adventivknospe (Fig. 55), so dass dieselbe in eine tiefe Einsenkung des Blattstieles zu liegen kommt (Fig. 55, *A*, *k*) und daselbst auch mitunter in einem längeren Ruhestadium verbleibt. Selbst an sonst völlig abgestorbenen Blättern findet man den basalen Teil des Blattstieles, in welchem sich eine Knospe befindet, noch saftig und mit reichlichen Nährstoffen erfüllt. In einem feuchten Raume entwickeln sich daher solche Knospen ziemlich leicht zu beblätterten Pflanzen.

Xerotropismus.

Wichtigste Litteratur: Borzi, A., Xerotropismo nelle felci (N. S. B. J. XX). — Beccari, O., Malesia; raccolta di osservazioni botaniche intorno alle piante dell' arcipelago Indo-Malese e Papuano, vol. II, fasc. 4. (Genova. 1886. 4°). — Wittrock, V. B., De filicibus observationes biologicae (Act. Hort. Berg., Bd. I, Nr. 8). — Goebel, K., Pflanzenbiologische Schilderungen. I. (Marburg, 1889). — Schimper, A. F. W., Die epiphytische Vegetation Amerikas. (Bot. Mitt. aus d. Tropen, II.).

Unter den schädlichen atmosphärischen Einflüssen, welchen der Pflanzenkörper in der freien Natur ausgesetzt ist, findet man am häufigsten diejenigen, welche durch anhaltende Trockenheit hervorgerufen werden. Es ist daher erklärlich, dass hier nur diejenigen Pflanzenarten Widerstand zu leisten vermögen, welche durch besondere Vorrichtungen geschützt sind. In vielen Fällen verleiht eine Haarbekleidung den geeigneten Schutz, so z. B. bei mehreren *Notholaena*-Arten [*N. Marantae* R. Br., *vellea* Desv. (Canaren, Südaustralien), *hypoleuca* Kze. (Valdivia), *Eckloniana* Kze. (Cap.), *distans* Mett. (Queensland) etc.], *Ceterach officinarum* Willd. etc. Bei Dürre und intensiver Bestrahlung durch die Sonne (die genannten *Notholaena*-Arten lieben sonnige Standorte) rollen sich die Blattsegmente, resp. Fiedern, deren Oberseiten unbehaart sind, aber 2—3 Schichten Pallisadenzellen besitzen, nach oben zusammen, so dass die durch die dichte Haarbekleidung geschützte Blattunterseite nach oben sich wendet und die Oberseite zur Schattenseite, resp. bei den vollständig zusammengerollten B. zur Innenseite wird. Die Blattsegmente führen also infolge des Wassermangels die genannte Bewegung des sich Zusammenrollens aus und gelangen alsdann in einen Zustand der Erstarrung, in die Trockenstellung, dieselbe kann indessen durch Wasseraufnahme, am besten durch direkte Benetzung der Blätter mit Wasser leicht wieder aufgehoben werden. Derartige Erscheinungen werden als Xerotropismus bezeichnet. Bei den oben genannten *Notholaena*-Arten z. B. ist derselbe aber auch für die Dehiscenz der Sporangien und somit für die Verbreitung der Sporen von Wichtigkeit, weil das Öffnen der Sporangien unter dem Einflusse der Trockenheit und Sonnenbestrahlung leicht erfolgt, während sonst die Sporangien meist geschlossen bleiben, solange die Unterseite des B. zugleich auch die Schattenseite desselben ist. Dagegen ist diese letztere Orientierung der Blattfläche, d. h. wo die Oberseite des B. auch thatsächlich oben sich befindet, wieder geeignet, die Entwickelung der Sporangien zu begünstigen, da junge Sporangien, welche der direkten Bestrahlung der Sonne längere Zeit ausgesetzt werden, mehr oder weniger

schnell verkümmern. Eine ebensolche Zusammenrollung der Blattsegmente findet bei *Polypodium vulgare* statt, wenn die Pflanze dem Einflusse der Trockenheit ausgesetzt wird, wie durch den Versuch im Exsiccator festgestellt wurde. Dieselbe Erscheinung beobachtet man aber bei dieser Farnart auch nach längerer Einwirkung höherer Kältegrade. In jedem dieser Fälle (auch bei *Notholaena*) erfolgt aber die Auslösung aus der Trockenstellung durch das Benetzen der B. mit Wasser, also auf osmotischem Wege, während die Wurzeln und die Leitbündel nicht im Stande sind, die für die Turgescenz der erstarrten Blattteile nötigen Wassermengen zu beschaffen. Dasselbe gilt von einigen *Acrostichum*-Arten, deren Oberseite kahl, deren Unterseite aber durch eine dichte Schuppenbekleidung geschützt ist, auch hier rollen sich die Blätter, resp. Fiedern in der Trockenstellung nach oben ein. Bei anderen Farnen dagegen, so z. B. bei *Asplenum Trichomanes*, rollen sich die Blätter bei der Trockenstellung nicht nach oben zusammen, sondern biegen sich mehr oder weniger nach der Unterseite hin um. Ganz dasselbe findet man auch bei *Jamesonia*; worauf dies aber beruht, ist noch nicht festgestellt. Bei *Jamesonia nivea* z. B., welche in den Paramos erst bei mehr als 3000 m auftritt, erscheint diese Art und Weise der Umrollung für den Zweck des Schutzes gegen die Unbilden des Paramowetters besonders geeignet. Aus dem dünnen, kriechenden Rhizom dieses sehr eigenartigen Farnes erheben sich die 20—30 cm hohen, aufrechten, einfach gefiederten Blätter, welche außer an den basalen Teilen dicht in weiße Haare gehüllt sind. Die einzelnen Fiederchen sind sehr klein, horizontal gestellt und mit sehr geringen Zwischenräumen über einander geschichtet; sie sind aber durch die dichte Haarbekleidung vollständig bedeckt, so dass das ganze Blatt einem kleinen und schmächtigen *Typha*-Kolben ähnlicher sieht, als einem Farnblatte. Durch die dicht übereinander geschichteten Fiederblättchen werden nun zahlreiche Systeme von luftstillen Kammern geschaffen, und dadurch, dass jedes Fiederchen seinen Rand stark nach unten eingekrümmt hat, eine weitere luftstille Kammer gebildet; das Blatt ist also durch die genannten Vorrichtungen offenbar vor rascher Abkühlung geschützt und außerdem nicht im Stande, viel Wasserdampf abzugeben. Andere *Jamesonia*-Arten, z. B. *J. scalaris*, ebenfalls in den Höhen von von 3000—4000 m der südamerikanischen Anden (Neugranada) auftretend, sind an Stelle der Haarbekleidung durch die auffallende Kleinheit der Fiederchen geschützt; die ausgebreiteten, mehr oder weniger kreisrunden Fiederblättchen haben einen Durchmesser von 1—2 mm, die Oberfläche des in der Trockenstellung befindlichen, an den Rändern eingerollten Fiederchens erreicht aber im Durchmesser kaum 1 mm. Auch andere Farne sind nebst anderen Vorrichtungen, wie z. B. durch Wassergewebe, namentlich durch die Kleinheit der Blätter befähigt, längere Zeit der Trockenheit ohne Nachteil zu ertragen, so z. B. *Niphobolus nummularifolius* und *Polypodium piloselloides*, welches an den trockensten, dem Sonnenbrande am meisten ausgesetzten Stellen freistehender Bäume gedeiht, wohin kein anderer Epiphyt zu folgen vermag. Sie sind hierzu befähigt durch die Kleinheit der B., also durch die Reduction der transpirierenden Flächen und durch ihre fleischige Consistenz, welche durch eine reiche Ausbildung von Wassergewebe hervorgerufen ist. Bei jedem Regengusse füllen sie sich prall an, wenn sie auch noch so sehr verschrumpft schienen. Auch die Wurzelhaare dieser Farne haben Schutzeinrichtungen gegen das Vertrocknen. Protoplasma und Zellkern ziehen sich bei Trockenheit in den Basalteil des Haares zurück und werden durch eine neu entstehende Zellwand von dem verdorrenden Teile abgegrenzt; letzterer löst sich dann los, während der Basalteil bei Feuchtigkeit wieder auswächst. In wenigen Stunden bedeckt sich dann die ganze Pflanze mit einem Pelze von verjüngten Wurzelhaaren.

In den Tropen findet man andererseits eine ganze Anzahl von Farnen, welche bei trockenem Wetter verwelken und z. T. auch vergilben, ja sogar in diesem Zustande längere Zeit verharren können, ohne abzusterben. Sobald sich aber Regen einstellt, werden sie wieder turgescent und grün. Das Gewebe besitzt oft keine besonderen Schutzvorrichtungen; die Pflanzen sind offenbar auch ohne solche befähigt, einen beträchtlichen Wasserverlust ohne Schaden zu ertragen. Schimper berichtet über unzweifelhafte Fälle solcher Art, so z. B. von kleinen *Lepicystis*-Arten, insbesondere *L. incana*, welches auf

Trinidad an den Baumstämmen der Alleen sehr verbreitet ist, aber unter den glühenden Strahlen der Äquatorialsonne vollständig zusammenschrumpft, und in diesem Zustande mehrere Wochen lange, ganz regenlose Perioden unbeschadet überdauert, um bei Regenwetter alsbald seine Segmente wieder flach auszubreiten. Ähnliche Beobachtungen macht man auch bei *Polypodium serpens*, *vaccinifolium*, *lineare*, *amoenum*, bei *Davallia pulchra*, *Trichomanes Filicula* etc.

In allen diesen Fällen erfolgt die Wasseraufnahme auf osmotischem Wege durch die Blätter. Worauf es aber zurückzuführen ist, dass in dem einen Falle (*Notholaena*, *Polypodium*) die Blätter sich bei der Trockenstellung nach oben umrollen, in dem anderen Falle dagegen sich nach unten einrollen, ist noch nicht festgestellt. Die Bestrahlung durch die Sonne kann hierbei nicht das Bedingende sein, denn die genannten Trockenstellungen erfolgen auch im Exsiccator, wo es ausgeschlossen ist, dass die eine Seite des Blattes schneller austrocknet, als die andere. Die Trockenstellung von *Notholaena* wäre schon eher erklärlich, da die Oberseite des Blattes außer einer sehr festen Epidermis 2—3 mächtige Schichten eng aneinander liegender Pallisadenzellen enthält und also nicht genug dehnbar ist, um einer durch den allmählich eintretenden Wassermangel hervorgerufenen Bewegung zu folgen, welche zu der Trockenstellung von *Asplenum Trichomanes*, *Jamesonia* etc. führen würde.

In vielen Fällen ist auch Fürsorge getroffen zur Verhütung des Austrocknens der Wurzeln, zumal bei epiphytischen Farnen, deren Wurzeln öfters dem Wechsel von Dürre und Feuchtigkeit ausgesetzt sind. Die Wurzeln von *Platycerium*-Arten entwickeln sich z. B. unter den Mantelbl., diejenigen von *Drynaria quercifolia* und Verwandten unter den basalen Teilen der Nischenb., die Basis der B. von *Polypodium linguaeforme* und *musaefolium* erweitert sich scheibenförmig zum Schutze der darunter befindlichen Wurzeln, *Polypodium Schomburgkianum* und *P. lycopodioides* beherbergen die Wurzeln unter dem bandartig erweiterten, dem Substrate anhaftenden Rhizome etc.

Sporangien.

Wichtigste Litteratur: Mettenius, Filices horti bot. Lips. (Leipzig, 1856). — Reess, Entwickelung des Polypodiaceen-Sporangiums (Jahrb. f. wiss. Bot. V, 1866). — Sachs, Lehrb. d. Bot. 4. Aufl. (Leipzig, 1874). — Tschistiakoff, J., Matériaux pour servir à l'histoire de la cellule végétale (Nuov. giorn. bot. ital. 1874). — Russow, Vergleich. Untersuchungen der Leitbündelkryptogamen (Petersburg, 1873). — Kny, L., Die Entwickelung der Parkeriaceen, dargestellt an *Ceratopteris thalictroides* Brongn. (Nov. act. Leop. XXXVII, 4. 1875). — Prantl, K., Untersuchungen zur Morphologie der Gefäßkryptogamen. I. Die Hymenophyllaceen. (Leipzig, 1875). — Burk, W., Over de ontwikkelingsgeschiedenis an den aard van het indusium der Varens. (Nederland. Kruidk. Arch. II. 1875). — Tschistiakoff, Beitr. z. Physiologie der Pflanzenzelle. Vorl. Mitt. üb. d. Entw. d. Sporen. (Bot. Ztg., 1875). — Prantl, K., Über die Sporangienentwickelung einiger Farne (Bot. Ztg. 1877). — Sadebeck, R., Die Gefäßkryptogamen in Schenk's Handb. d. Bot. (Encycl. d. Naturw., Breslau, 1880). — Prantl, Die Mechanik des Ringes am Farnsporangium (Tageb. der Naturf. Vers. zu Baden-Baden, 1879). — Goebel, Beitr. z. vergleichenden Entwickelungsgeschichte d. Sporangien I und II. (Bot. Ztg. 1880 und 1881). — Prantl, Untersuchungen zur Morphologie der Gefäß-Kryptogamen, II. Die Schizaeaceen. Leipzig, 1881. — Schinz, Untersuchungen über den Mechanismus des Aufspringens der Sporangien und Pollensäcke. Dissertation. Zürich, 1883. — Goebel, Vergl. Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane. Encyclop. der Naturw. (Schenk's Handbuch der Botanik. III.) Breslau, 1883. — Leclerc du Sablon, Recherches sur la dissémination des spores chez les Cryptogames vasculaires (Ann. d. sc. nat. Ser. 7. T. 2). — Schrodt, T., Das Farnsporangium und die Anthere; Untersuchungen über die Ursachen des Öffnens und Umrollens (Flora, 68). — Ders., Der mechanische Apparat zur Verbreitung der Farnsporen (Deutsch. Bot. Ges. III.). — Prantl, Die Mechanik des Ringes am Farnsporangium (Deutsche Bot. Ges. IV). — Schrodt, Neue Beiträge zur Mechanik der Farnsporangien (Flora, 70). — Kündig, Beiträge z. Entwickelungsgeschichte des Polypodiaceen-Sporangiums (Hedwigia, 1888). — Fischer, H., Beiträge zur Morphologie der Farnsporen. (Schles. Ges. 1891). — Müller, C., Zur Kenntnis der Entwickelungsgeschichte des Polypodiaceen-Sporangiums. (Deutsche Bot. Ges. XI). — Atkinson, The extent of the annulus and the function of the

different parts of the sporangium of Ferns in the dispersion of spores (B. Torr. B. C. XX.). — Kny, L., Entwickelung von *Aspidium filix* mas L. (Bot. Wandtafeln XCIII—C). — Karsten, G., Die Elateren von *Polypodium imbricatum* (Flora, Ergänzungsbd. 79). — Steinbrink, Grundzüge der Öffnungsmechanik von Blütenstaub- und einigen Sporenbehältern (Dodonaea. 1895.) — Ders., Der Öffnungs- und Schleudermechanismus des Farnsporangiums (Deutsche Bot. Ges. XV. 1897). — Schrodt, Die Bewegung der Farnsporangien, von neuen Gesichtspunkten aus betrachtet (Deutsche Bot. Ges. XV. 1897). — J. Higgins, Ejection of Fern spores (Asa Gray-Bull. 1897). — D. E. Waters, Ejection of Fern spores (Asa Gray Bull. 1897).

Die Sporangien (Sporenkapseln) der Hymenophyllaceen, Polypodiaceen und Cyatheaceen sind im wesentlichen übereinstimmend gebaut, während die Sporangien der Gleicheniaceen, Schizaeaceen und Osmundaceen nicht unerhebliche Abweichungen im Baue und in der Entwickelung besitzen. Im Nachfolgenden sollen daher die Sporangien der drei zuerst genannten Familien in einer zusammenfassenden Übersicht an den Sporangien von *Asplenum*-Arten und *Aspidium filix mas* behandelt werden, weil die

Fig. 56. Sorus von *Aspidium filix mas* (L.) Sw., mit reifen, teils geschlossenen, teils geöffneten Sporangien, im Querschnitte durch ein fertiles Fiederchen. Nach Kny. — Die langgestielten Sporangien entspringen von einem Tracheïden führenden Receptaculum und werden von einem zum größten Teile nur eine Zelllage dicken Indusium bedeckt.

Sporangienentwickelung derselben rel. am besten bekannt ist. Denselben folgt noch die Entwickelungsgeschichte der Sporangien von *Lygodium* (wegen der Beziehungen zum Indusium der Blütenpflanzen), während die Erörterungen über die übrigen Sporangien der Eufilicineen dem speciellen Teile vorbehalten bleiben mögen.

Die Sporangien des *Aspidium filix mas* entspringen von einem Tracheïden führenden Receptaculum, welches ein Indusium trägt, und sind zu einem von dem letzteren bedeckten Sorus vereinigt (Fig. 56). Die Sporangien werden von je einem mehr oder weniger langen und schlanken Stiele getragen, welcher aus 2—3 Zellreihen zusammengesetzt ist und seitlich meist ein kurzes Drüsenhaar entwickelt. Bei der Reife stellen die Sporangien rundliche, mehr oder weniger plattgedrückte, einem Uhrgehäuse vergleichbare Kapseln dar, welche an ihrer schmalen Seite, d. h. am Rande des Uhrgehäuses, z. T. von dem sog. Ringe, Annulus, umgeben werden. Derselbe besteht aus einer Reihe eng an einander schließender Zellen und grenzt unten auf der einen Seite an

den Stiel; er umgiebt das Sporangium in der bezeichneten Weise bis über die Hälfte. Die Zellwände des Annulus sind mehr oder weniger verdickt und (in vielen Fällen) durch ihre goldgelbe bis bräunliche Färbung von den übrigen Zellwänden des Sporangiums leicht zu unterscheiden. Bei vielen Polypodiaceen sind außer den an den Innenraum des Sporangiums angrenzenden Zellwänden des Annulus auch die die einzelnen Zellen des Annulus von einander trennenden Wände erheblich mehr verdickt, als die Außenwände, und ragen leistenartig über die Oberfläche des Sporangiums hervor. Die Fortsetzung des bis über die Hälfte des Kapselrandes reichenden, einseitig endigenden Ringes bilden die weniger verdickten Zellen des Stomiums (Fig. 57 *A*, *st* und *B*, *d*), welche in derselben Richtung mehr verbreitert sind, als diejenigen des Ringes, und die Stelle bezeichnen, an welcher die Dehiscenz des reifen Sporangiums erfolgt. Hieran schließen sich die meistens noch breiteren Zellen des Hypostomiums an (Fig. 57 *A*, 1 und 2 und *B*, $c^{(1)}$ und $c^{(2)}$), und an diese grenzt nach unten ein zweizelliger Basilarlappen (Fig. 57 *B*, *a* und *b*), welcher nebst einem zweiten solchen auf dem aus einer einzigen Zellreihe bestehenden, fadendünnen Sporangienstiele herabläuft. Die übrigen Zellen des Sporangiums sind stark gewölbt und zartwandig. Von dem mit dem Reifen des Organs zusammenfallenden, mehr oder weniger vollständigen Austrocknen der einzelnen Zellen wird der Annulus nicht weniger als die übrigen Teile der Kapselwand betroffen. Da aber die einzelnen Annuluszellen an ihren Berührungsflächen durch stark verdickte Wände fest mit einander verbunden sind, vermögen sie sich beim Trocknen des Organs nicht leicht von einander zu trennen. Der ganze Annulus zieht sich daher in der Richtung der Tangente sehr erheblich zusammen und bewirkt hierdurch das Auseinanderweichen der dicht an ihn angrenzenden zarteren Zellen, nämlich derjenigen des Stomiums.

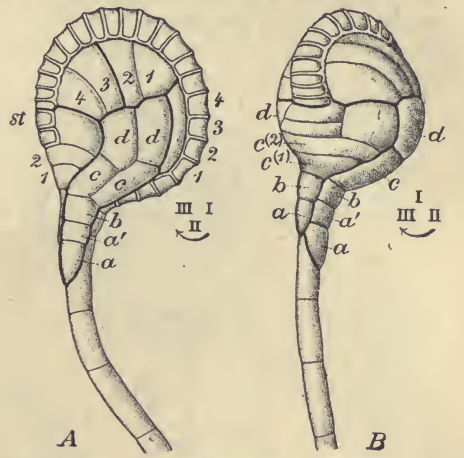


Fig. 57. Sporangium von *Asplenum Trichomanes* L. *A* in der bisuturalen Seitenansicht. *a*, *a'*, *b*, *cc*, *dd* die Zellen des Segmentes II. In dem links daran grenzenden Segment III das nur aus 2 Zellen gebildete Stomium *st*, die unter ihm liegenden Zellen 1 und 2 bilden das Hypostomium. Dem Stomium gegenüber liegen, dem Segment I angehörend, die Zellen 1—4, welche das Antistomium darstellen. — *B* dasselbe Sporangium, welches aber so weit nach rechts um seine Längsachse gedreht ist, dass das Stomium nahezu nach vorn gerichtet ist. *a*, *a'*, *b*, *c*, *d* rechts entsprechen denselben Buchstaben im Segment II der Fig. *A*. *a*, *b*, $c^{(1)}$, $c^{(2)}$ und *d* sind Zellen des das Stomium umfassenden Segmentes III. $c^{(1)}$ und $c^{(2)}$ die Zellen des zartwandigen Hypostomium, die beiden darüber liegenden, nicht näher bezeichneten Zellen bilden das Stomium. $\overset{\text{III I}}{\text{II}}$ und $\overset{\text{I}}{\text{III II}}$ bezeichnen die Lage der Segmente. Vergr. 120. (Nach C. Müller.)

Ihren Ursprung nehmen die Sporangien von einer Außenzelle des meristematischen Gewebepolsters, auf welchem die Sorusanlage stattfindet. Diese Zelle wölbt sich papillenartig über die Oberfläche des Organs hervor und wird in vielen Fällen durch eine Querwand abgesondert, oberhalb welcher unter Umständen noch eine zweite Querwand folgt, so dass eine scheibenförmige Basilarzelle entsteht, welche die Initialzelle des Sporangiums trägt. (Fig. 58 u. Fig. 59, *A*). In dieser erfolgt nun durch 4 successive auftretende

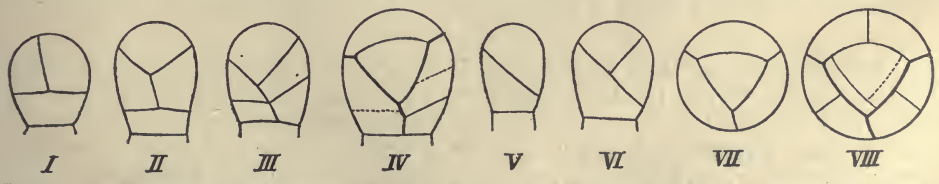


Fig. 58. Sporangiumanlagen von *Nephrodium filix mas* Rich. in verschiedenen Entwickelungsstadien. Fig. I—VI optische Längsschnitte, Fig. VII—VIII optische Querschnitte. (Nach C. Müller.)

Teilungswände die Bildung von 4 planconvexen Wandungszellen (Segmenten), welche eine tetraëdrische Innenzelle, das Archesporium (Fig. 59, *D* bei *Ar*) einschließen. C. Müller hat für die oben genannten Arten nachgewiesen, dass der Annulus nur aus den beiden zuerst gebildeten Wandzellen, also aus dem I. und II. Segment, das Stomium nebst dem Hypostomium dagegen nur aus dem III. Segment hervorgeht (man vergl.

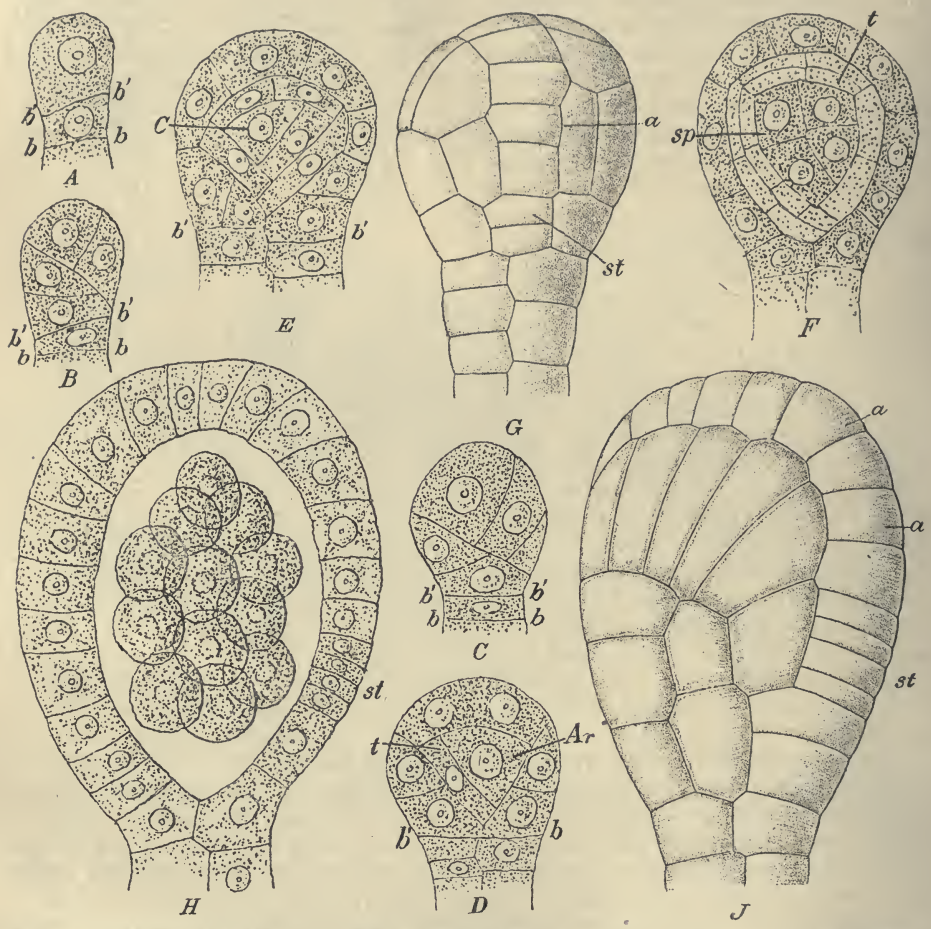


Fig. 59. Sporangiumentwickelung von *Asplenum Adiantum nigrum* L.; 400mal vergr. — *A*—*J* die aufeinanderfolgenden Entwickelungsstadien, *G* und *J* Oberflächenansichten, die übrigen Figuren im optischen Längsschnitte. — *A* Initialzelle des Sporangiums, welche von der durch *b* und *b'* begrenzten scheibenförmigen Basilarzelle getragen wird; *B* und *C* die aufeinander folgenden ersten Teilungen des Sporangiums; bei *D* die Bildung der planconvexen Wandzellen, welche das tetraëdrische Archespor (*Ar*) einschließen. In dem letzteren ist bereits eine Teilungswand aufgetreten, wodurch die Anlage des Tapetums (*t*) eingeleitet wird. *E* Weitere Entwickelung des Tapetums und Bildung der Mutterzelle (*C*) des sporogenen Gewebes. *F* Weitere Entwickelung des Tapetums und des sporogenen Gewebes; das stofflich von den angrenzenden Zellen verschiedene Tapetum (*t*) ist z. T. zweischichtig und umgiebt das sporogene Gewebe (*sp*). *G* Oberflächenansicht von *F*, bei *a* die Anlage des Annulus, bei *st* diejenige des Stomiums. *H* noch weiteres Entwickelungsstadium des Sporangiums, das Tapetum ist der Auflösung gänzlich anheim gefallen, Bildung der Sporen, *st* die Anlage des Stomiums. *J* Oberflächenansicht von *H*, *a* Anlage des Annulus, *st* diejenige des Stomiums. (Original.)

Fig. 57). Die Bildung einer Basilarzelle oder Basilarwand kann übrigens auch unterbleiben, wie z. B. bei *Ceratopteris thalictroides* Brongn.; es wird alsdann die sich hervorwölbende Papille selbst zur Initialzelle des Sporangiums.

Aus dem Archesporium gehen zunächst vier schmale tafelförmige Tapetenzellen (Fig. 59, *E*) hervor, welche durch eine Wiederholung des bei der Bildung der Wandzellen stattfindenden Teilungscyklus abgetrennt werden und den letzteren daher auch in

der äußeren Form gleichen. Die von den Tapetenzellen gebildete Hülle, das sog. Tapetum, wird durch das Auftreten perikliner Teilungswände in den einzelnen dieser Zellen zweischichtig (Fig. 59, *F*) und ist stofflich von den angrenzenden Zellen verschieden. Gleichzeitig hiermit oder oft noch vorher beginnen auch in der aus dem Archespor hervorgegangenen zentralen Zelle, welche die Mutterzelle des sporogenen Gewebes ist, die mit dem Wachstume des ganzen Organs verbundenen Teilungsvorgänge (Fig. 59, *F*), deren Resultat die Bildung der Sporenmutterzellen ist, aus denen durch weitere Teilungen die Sporen selbst entstehen. Die Zahl derselben ist oft innerhalb eines und desselben Sorus nicht constant, beträgt jedoch zum mindesten vier oder aber ein Mehrfaches von vier. Während dieser Vorgänge fallen die Zellwände, welche die Tapetenzellen von einander trennen, der Auflösung anheim, und ihr Inhalt verschmilzt zum Epiplasma, welches nunmehr für die Ausbildung der Sporenhäute Verwendung findet.

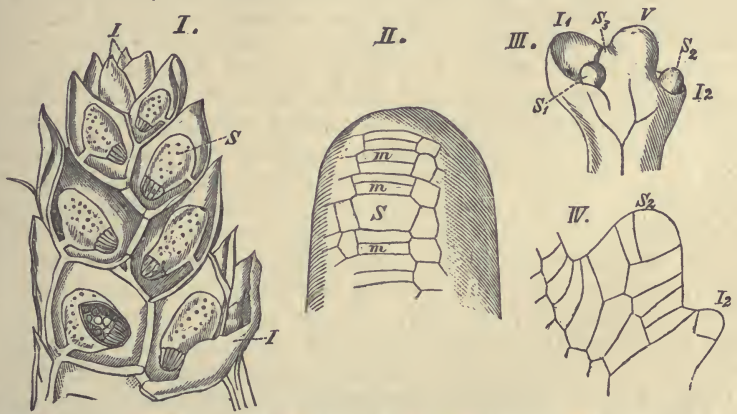


Fig. 60. Sporangien von *Lygodium*. — *I* Längsschnitt des Sporangienstandes, etwa 20mal vergr. *II—IV* Anlage und Entwickelung des Sporangiums: *II* Seitenansicht eines fertilen Fiederendes, *m* Randzellen, *S* erste Anlage des Sporangiums, 150mal vergr. *III* fertiles Fiederende von der Unterseite, *V* Scheitel des fertilen Fiederendes, S_1, S_2, S_3 die acropetal aufeinander folgenden Sporangiumanlagen; I_1 und I_2 die dazu gehörigen Indusien, etwa 40mal vergr.; *IV* optischer Durchschnitt von S_2 der Figur *III*, 150mal vergr. (*II—IV* nach Prantl, *I* nach Hooker & Bauer.) — Vgl. auch *Schizaeaceae* im speciellen Teile.

Bei *Lygodium* steht jedes einzelne Sporangium auf einer besonderen Blattader; es nimmt seinen Ursprung von einer Randzelle (Fig. 60), welche bei ihrem Hervorwölben analoge Teilungen erfährt, wie z. B. das junge Sporangium von *Ceratopteris thalictroides* Brongn. Die hierbei auftretenden schiefen Wände sind jedoch zunächst nur nach zwei Seiten geneigt. Bald nachdem die ersten Teilungen in der sich hervorwölbenden Sporangiumanlage erfolgt sind, erhebt sich an der Basis derselben der erste Ringwall (Fig. 60, *III* und *IV*), das Indusium, welches durch intercalares Wachstum sich sehr rasch nach oben und innen vorschiebt und schließlich das Sporangium nach außen hin gänzlich umgiebt (Fig. 60, *I*). Auf diese Weise wird die Bildung der sog. Tasche eingeleitet, in welcher je ein reifes Sporangium sich befindet; die Entwickelung derselben hat offenbar viel Homologien mit den Integumenten der Samenanlagen (Makrosporangien der Siphonogamen), so dass man die Bildung des Indusiums von *Lygodium* wohl als den ersten Anfang der Integumentbildung um die Samenanlage auffassen kann, um so mehr, als auch das Velum von *Isoëtes* (man vergl. unten) Analogien hierzu bietet.

Bei *Osmunda regalis* L. wird überhaupt nicht das ganze Blatt fertil, wie bei den Polypodiaceen und auch bei *Osmunda cinnamomea* L., sondern nur ein Teil des Blattes gestaltet sich für die Entwickelung der Sporangien um, eine Erscheinung, welche wir auch bei den Ophioglossaceen, bei *Psilotum* u. s. w. wiederfinden werden. Indessen beobachtet man bei *Osmunda cinnamomea* L. gar nicht selten Übergänge von den sterilen zu den fertilen Blättern, also eine z. T. ähnliche Erscheinung, wie bei *Osmunda regalis* L. Man kann daher bei der letzteren, sowie auch bei anderen *Osmunda*-Arten

(z. B. *O. Claytoniana* L.) überhaupt nicht von fertilen Blättern in demselben Sinne reden, wie bei den Polypodiaceen, sondern nur von einem fertilen Blattteile, resp. von fertilen Blattfiedern. Die Verzweigung der fertilen Blattteile ist auch bei *Osmunda regalis* L. eine erheblich ausgiebigere, als diejenige der sterilen, und weist daher ebenfalls noch auf eine Homologie mit *Botrychium* hin. Es ist dies namentlich bei der entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung zu erkennen, wo man an den fertilen Fiederblättern die Anlagen von Fiederchen höherer Ordnung beobachtet, welche aber infolge des Auftretens der Sporangien nur zu geringerer Entwickelung gelangen. Im sterilen Blattteile dagegen bleiben die Fiederblätter überhaupt einfach. Während aber die Sporangien der Polypodiaceen auf der Unterseite des Blattes, diejenigen der Schizaeaceen ursprünglich randständig (Fig. 60, *II* bei *S*) entspringen, entstehen diejenigen von *Osmunda* auf beiden Seiten des Blattes, resp. der fertilen Blattfiedern, außerdem ist auch das Ende der fertilen Fiedern von einem Sporangium (in Ausnahmefällen zwei) eingenommen. Dagegen findet man auch zuweilen Sporangien allein auf der Unterseite des Blattes; dies geschieht indessen in der Regel nur, wenn die Ausbildung der Sporangien zurückgeblieben ist. Einen solchen Fall beobachtete ich z. B. an Exemplaren, welche Anfang Juni sonnigen Standorten entnommen, aber absichtlich an einen schattigen Standort übergeführt worden waren, bereits in der darauf folgenden Vegetationsperiode. Die Anlage der Sporangien findet gegen Ende des Sommers statt, Anfang September; dieselbe erfolgt also lange vor der Entfaltung des Blattes und überdauert im knospenden Zustande den Winter. Im Juni sind diese Sporangiumanlagen noch nicht zu beobachten. Die Entwickelungsgeschichte der Sporangien von *Osmunda* stimmt im wesentlichen mit derjenigen der Polypodiaceen-Sporangien überein, aber eine direkte Beobachtung liegt nicht vor, welche ihre Entstehung als von einer einzigen Zelle ausgehend festgestellt hätte. Sollte sich jedoch herausstellen, dass die Anlagen dieser Sporangien sich auf eine Gruppe von Zellen zurückführen ließen, so würden wir einen weiteren Anhaltspunkt gewinnen, in den Osmundaceen einen Übergang zu den Ophioglossaceen zu erkennen. (Über die reifen Sporangien der Osmundaceen vergl. man im speciellen Teile.)

In den Sporangien von *Polypodium imbricatum* Karsten treten hygroskopische Elateren auf, welche aus 2 spiralig umeinander gewundenen, schwach verkorkten Cellulosefasern bestehen. Die letzteren sind auf ihrer Oberfläche wiederum mit Fäserchen und Zipfelchen besetzt. Die Entstehung und Entwickelung dieser Elateren erfolgt in gleicher Weise, wie bei *Equisetum*, indem während der im Archespor stattfindenden Teilungsvorgänge die Plasmamasse der Tapetenzellen zwischen die Sporenmutterzellen wandert, so dass die fertigen Sporen schließlich darin eingebettet liegen. Allmählich differenziert sich dieselbe zu den Elaterenbändern, und gleichzeitig lagert sich von ihr auf das glatte Exospor ein später mit zahlreichen, fadenförmigen Fortsätzen versehenes Epispor ab.

Obwohl die genaueren Mitteilungen über die Verteilung der Sporangien auf dem fertilen Blatte naturgemäß dem speciellen Teile vorbehalten bleiben müssen, so scheint es doch richtig, an dieser Stelle wenigstens anhangsweise eine allgemeine Übersicht über die Anlage und Stellung der stets an die Blattadern gebundenen Sori und Sporangien folgen zu lassen.

Nur in wenigen Fällen findet man die Sporangien vereinzelt, resp. einzelne Sporangien, wie z. B. bei *Ceratopteris* und bei *Gymnogramme*-Arten. Aber auch hier werden die Sporangien auf den Blattadern angelegt, durch welche sie die für die Entwickelung und Reife der Sporen nötige Nahrung zugeführt erhalten. In der Regel jedoch treten mehrere Sporangien zu einer Gruppe, dem sog. Sorus zusammen. Nur selten findet man dann, wie z. B. bei einigen *Polypodium*-Arten, die Sporangien ohne irgend welchen Schutz; sie werden vielmehr, namentlich während der Entwickelung meist durch besondere Vorrichtungen (Schutzapparate) gegen äußere, schädliche Einflüsse geschützt; bei der Reife, wenn die Sporen aus dem Sporangium heraustreten, verlieren die Schutzapparate naturgemäß ihre Bedeutung und verkümmern oder vertrocknen alsdann allmählich.

Da die Sori entweder auf der Blattfläche oder am Blattrande, z. T. sogar auf dem umgebogenen Teile des Blattrandes angelegt werden, so ist auch die Entwickelung und die Gestalt ihrer Schutzapparate sehr verschieden.

Bei den flächenständigen Sporangien bilden im einfachsten Falle Haare eine Überdachung, also einen Schutz. Diese Haare entstehen in einigen wenigen Fällen zu 5—8 seitlich vom Annulus, wie z. B. bei *Gymnogramme villosa* Mart. & Gal., *Nephrodium totta* (Willd.) Diels, *N. crenatum* (Sw.) Diels u. s. w., oder auch von den Stielen der Sporangien (*Nephrodium filix mas* Rich. Fig. 62, *B*). — In anderen Fällen werden sie zwischen den Sporangien angelegt und überragen die letzteren dann mit ihren blasig aufgetriebenen Enden, während der sterile Blattteil unbehaart ist, wie z. B. bei *Taenitis blechnoides* Sw., *Acrostichum aureum* L. u. s. w. Mitunter sind diese Haare an den Enden einfach verzweigt (*Alsophila blechnoides* Hook.) oder sternförmig verzweigt (*Drymoglossum piloselloides* (L.) Presl) oder auch schirmartig verbreitert (*Polypodium phlebodes*). — Wenn der sterile Blattteil behaart ist, werden die Haare auf dem sporangientragenden

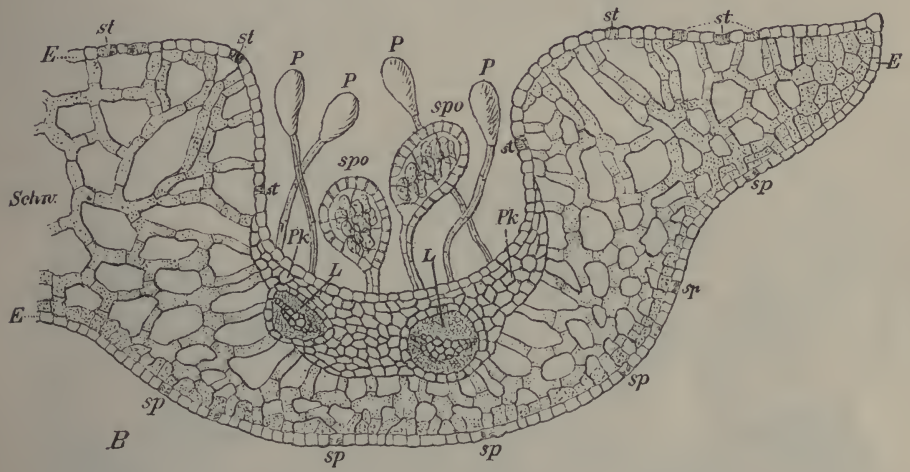


Fig. 61. *Vittaria scolopendrina* Mett., Teil eines fertilen Blattes. — *spo* die jungen Sporangien, *P* die am Ende verdickten Haare (Paraphysen), *PK* das Parenchymkissen, *L* die Leitbündel in demselben, *E* die Epidermis, *sp* die Spicularzellen, *st* die Spaltöffnungen, *Schw* das Schwammgewebe (Durchlüftungssystem). Vergr. 60/1. — (Original.)

Teile in größerer Anzahl und meist kräftiger entwickelt; man findet dann in dem Sorus Sternhaare (z. B. *Niphobolus adnascens* (Sw.) Kaulf., *N. nummulariaefolius* (Sw.) J. Sm., *N. angustatus* (Sw.) J. Sm., *Platycerium alcicorne* Desv.) oder Schildhaare (*Lepidocystis lanceolata* (L.) Diels), oder schuppenförmig lanzettliche Haare (*Polypodium tectum*) u. s. w.

Als weiteren Schutzapparat der flächenständigen Sporangien kann man die Gruben auf der Unterseite des Blattes bezeichnen, in denen aber stets noch verschiedenartige, meist an den Enden verdickte oder schirmartig verbreiterte Haare auftreten, welche die jungen Sporangien überdachen und dadurch einen Verschluss der Grube herbeiführen, die entweder kesselförmig (*Polypodium*-Arten) oder rinnenförmig (*Vittaria*, Fig. 61) ist. Bei der Reife der Sporangien vertrocknen die Haare allmählich, oder es werden wenigstens die meist durch eine Zellwand abgetrennten, verbreiterten Enden abgestoßen.

Die in der Familie der Polypodiaceen wohl am meisten verbreiteten Schutzapparate der flächenständigen Sporangien sind die sog. Indusien. Dieselben sind stets häutig, bestehen oft nur aus einer einzigen Zellschicht und bedecken stets mehr oder weniger die Sporangien. Sie nehmen entweder direkt von der Epidermis ihren Ursprung und sind dünnhäutige Emergenzen derselben, z. B. bei *Asplenum*, *Blechnum*, *Scolopendrium*,

u. s. w. (Fig. 62 *A*), oder sie werden an dem Ende eines Receptaculums angelegt, z. B. bei *Aspidium*, *Nephrodium* (Fig. 62, *B*). Die auf diese Weise entstandenen Emergenzen werden vielfach als »echte Indusien« bezeichnet. — Einen Übergang von dem durch Haare gebildeten Schutzapparate (man vergl. oben) zu den echten Indusien beobachtet man bei *Woodsia*, dessen Indusium fast vollständig in gegliederte Haare aufgelöst ist.

Fig. 62. *A Scolopendrium vulgare* Sm. *a* Indusium, *b* eine Gewebewulst (Pseudoreceptaculum) zwischen den beiden Sori, welche aber selbst keine Sporangien trägt, *c* das zu dem Sorus führende Leitbündel, *d* die Insertionsstellen der Sporangien, letztere sind hier nicht mit gezeichnet. Vergr. 155/1. — *B Nephrodium filix mas* Rich., Sorus mit reifen, teils geschlossenen, teils geöffneten Sporangien, im Querschnitt durch ein fertiles Fiederchen. Die langgestielten Sporangien entspringen von einem Tracheïden führenden Receptaculum und werden von einem zum größten Teile nur eine Zelllage dicken Indusium bedeckt. — (*A* nach Burck; *B* nach Kny.)

Bei einigen Farnen ist das Indusium so klein, dass es höchstens bei der ersten Anlage des Sorus als Schutzapparat fungieren kann, so z. B. *Nephrodium*-Arten u. s. w.

Die randständigen Sporangien sind oft in noch ausgiebigerer Weise als durch die oben genannten Indusien durch den Blattrand selbst geschützt, indem derselbe nach der Unterseite des Blattes zu umgebogen ist, und die Sporangien mitunter sogar dem umgebogenen Blattrande inseriert sind, so z. B. bei *Pteris*-Arten, *Allosorus*, *Doryo-*

pteris, Cheilanthes, Adiantum (Fig. 63, *A*). Auch bei *Pteridium aquilinum*, wo der Sorus wirklich randständig ist, wird derselbe durch den umgebogenen, am Ende häutigen Blattrand bedeckt, außerdem aber findet man hier noch ein von der Epidermis der Unterseite entspringendes Indusium, welches die jungen Sporangien von der anderen Seite bedeckt (Fig. 63 *B*). — Der Sorus von *Davallia* ist ebenfalls randständig und wird von einem zweiklappigen, mehr oder weniger becherartig verwachsenen Schutzapparate

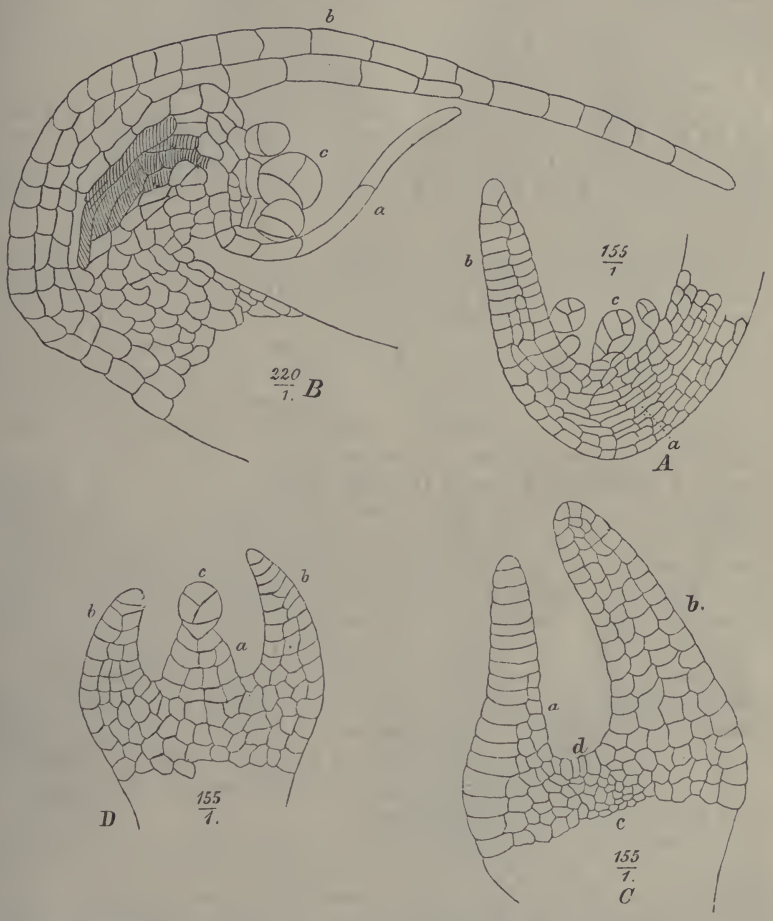


Fig. 63. *A Llavea cordifolia* Lag. Querschnitt durch einen in der Entwickelung begriffenen Sorus. *a* die Anlage des Leitbündels, *b* der umgebogene Blattrand, *c* junge Sporangien, z. T. dem umgebogenen Teile des Blattrandes inseriert. Vergr. 155/1. — *B Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. Querschnitt durch einen jungen Sorus. *a* das Indusium, *b* der umgebogene, zu einer dünnen Haut ausgezogene Blattrand, *c* die in der Entwickelung begriffenen Sporangien, zu welchen Tracheïden führen. Vergr. 220/1. — *C Davallia elegans* Sw. *a* das Indusium, dessen basale Zellen intercalare Teilungen erfahren haben, *b* der ausgezogene Blattrand, *c* das Leitbündel, *d* die Stelle der Insertion der Sporangien, letztere sind nicht mitgezeichnet. Vergr. 155/1. — *D Dennstaedtia rubiginosa* (Kaulf.) Moore. Längsschnitt durch einen jungen Sorus. *a* das Receptaculum, *b,b* die Klappen des becherförmigen Schutzapparates, *c* ein in der Entwickelung begriffenes Sporangium. Vergr. 155/1. — (Nach Burck.)

bedeckt, dessen eine Klappe aus einer Verlängerung des Blattes besteht, während die andere Klappe ein Indusium ist und von der Epidermis der Blattunterseite seinen Ursprung nimmt (Fig. 63 *C*). In anderen Fällen, z. B. bei *Microlepia, Dicksonia, Cibotium, Balantium*, entstehen am Ende der fertilen Blattader sowohl auf der Oberseite, als auf der Unterseite mehrschichtige Emergenzen des Blattrandes, welche den randständigen Sorus umgeben und meist zu einem Becher verwachsen (Fig. 63 *D*). Auch bei den *Hymenophyllaceae* wird der Schutzapparat der Sporangien in ähnlicher Weise angelegt,

aber beide Klappen verwachsen hier nicht immer, sondern bleiben mitunter auch vollständig getrennt (man vergl. bei der speziellen Darstellung der *Hymenophyllaceae*).

Aposporie.

Wichtigste Litteratur: Druery, C. T., Further Notes on a singular mode of reproduction in *Athyrium filix femina* L. v. *clarissima* (J. L. S. Lond. 21). — Ders., On a new instance for apospory in *Polystichum angulare* v. *pulcherrimum* (J. L. S. Lond. 22). — Ders., An aposporous *Lastrea* (*Nephrodium*) (J. L. S. Lond. 29). — Ders., Notes upon apospory in a form of *Scolopendrium vulgare* v. *crispum* (J. L. S. Lond. 30). — Bower, F. O., On apospory in ferns, with special reference to Mr. C. T. Druery's observations (J. L. S. Lond. 21). — Ders., On some normal and abnormal developments of the oophyte in Trichomanes (Ann. of Bot. Vol. I, 1888). — Ders., On apospory and allied phenomena (Transact. of the L. S., 2nd Ser. Botany, Vol. II, Part. 14. Lond. 1889, Juli). — Ders., Attempts to induce aposporous developments in Ferns (Ann. of Bot., Vol. II, 1889, Febr.). — Ders., On apospory and production of gemmae in *Trichomanes Kaulfussii* Hk. & Grev. (Ann. of Bot. VIII). — Farlow, W. G., Apospory in *Pteris aquilina* (Ann. of Bot. II.).

Das Wesen der Aposporie besteht darin, dass — unter Umgehung der Sporen-, resp. Sporangiumentwickelung — auf den Blättern Prothallien zur Entwickelung gelangen, welche auch zur Bildung von Sexualorganen schreiten (Fig. 64). Diese Prothallien nehmen ihren Ursprung entweder von den Sporangien selbst, nämlich von dem Stiele oder der Wand derselben (Soralaposporie), oder sie entstehen ganz unvermittelt an der Spitze eines Blattes, resp. in der Nähe des Blattendes (Spitzenaposporie). Wenn beide Formen der Aposporie nebeneinander auf einem und demselben Blatte oder auf einem und demselben Fiederchen auftreten, so bezeichnet Bower dies als Panaposporie.

Die ersten Beobachtungen dieser Vorgänge machte C. F. Druery an Sporangien von *Athyrium filix femina* var. *clarissima* Jones (Fig. 64, *A*). Derselbe wies zunächst Bildungsabweichungen an den Sporangien nach, indem der regelmäßig verlaufende Entwickelungsgang, der mit der Reife der Sporen abschließt, früher oder später unterbrochen wird, und an Stelle desselben an den im Wachstum befindlichen Sporangien ganz direkt Prothallien entstehen, und zwar sowohl aus dem Stiel, als aus der Wandung des Sporangiums, jedoch nie mit Beteiligung des Archespors. Druery fand hierbei u. a. auch, dass die Culturen im Warmhause flache Prothallien ergaben, welche Archegonien und junge Pflänzchen tragen, während bei niedriger Temperatur die Prothallien zu dicken, cylindrischen Körpern sich entwickelten, welche nur Antheridien tragen. Auch Farlow fand an abnormen fertilen Fiedern von *Pteridium aquilinum*, dass die Sporangien verkümmert und teils in Prothalliumflächen, teils in Prothalliumfäden ausgewachsen waren. Sexualorgane waren nicht entwickelt worden.

Bei *Polystichum angulare* var. *pulcherrimum* Padley (gefunden an zwei Standorten, nämlich in North Devon und in Dorsetshire) beobachteten Bower und Druery fast alle Formen der Aposporie. Sie fanden die ausgebildete Soralaposporie (Fig. 64, *E*), sodann auch zwei verschiedene Modificationen der Spitzenaposporie, nämlich Prothallien, welche direkt aus dem Blatte hervorgehen; dieselben bilden entweder flache, Archegonien tragende Prothallien, welche an der Spitze des Blattes in der Verlängerung der Blattader angelegt werden (Fig. 64, *B* und *C*) oder cylindrische Körper (Fig. 64, *D*), welche an der Blattader nahe am Blattende entstehen. Die letzteren tragen ebenfalls Archegonien und werden später flächenförmig, wie normale Prothallien, entwickeln aber niemals Antheridien. — Die sog. Spitzenaposporie findet man zuweilen auch bei *Scolopendrium vulgare* var. *crispum Drummondae*, wenn man die Fransen des fein gekrausten Randes abschneidet und in sterilisierte Erde bringt; dieselben wachsen alsdann oft zu Prothallien aus, welche z. T. auch Sexualorgane entwickeln.

Die auffallendste Form der Aposporie beobachtete aber Druery an jungen, noch nicht erwachsenen (wahrscheinlich apogamen) Pflänzchen von *Nephrodium Filix mas cristatum*; er fand ganze Bündel von Prothallien, welche nicht nur von den Rändern und Spitzen, sondern auch von der ganzen Oberfläche des jungen Blattes hervorgehen

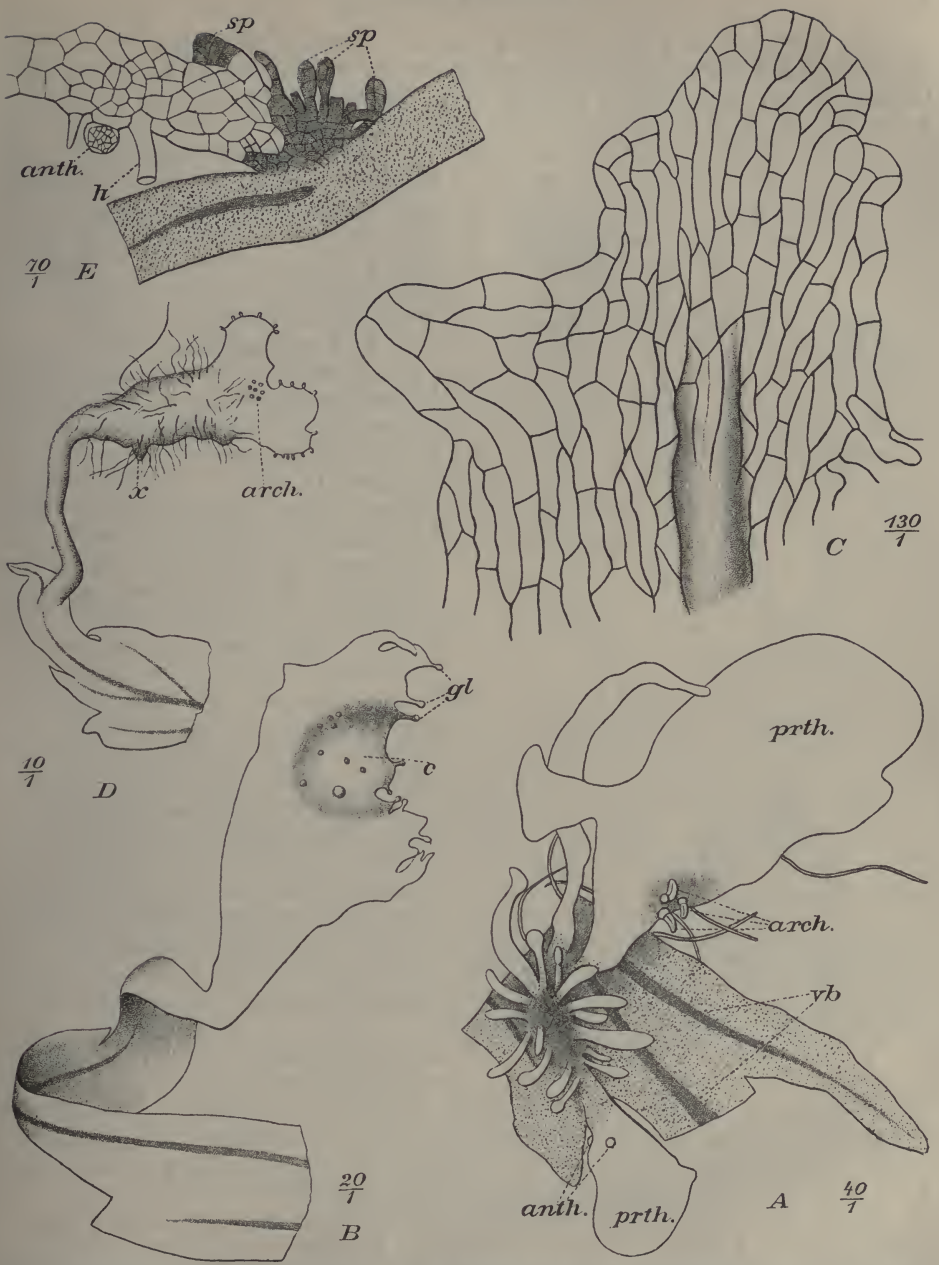


Fig. 64. **Aposporie.** — **A** Soralaposporie von *Athyrium filix femina* var. *clarissima* Jones; Teil eines Fiederchens mit Blattadern (*vb*) und einem Sorus. In dem letzteren an Stelle von Sporangien Prothallien (*prth*), teils mit Antheridien (*anth*), teils mit Archegonien (*arch*), 40 mal vergr. — **B** Spitzenaposporie von *Polystichum angulare* var. *pulcherrimum* Padley. Ein Prothallium an der Spitze eines Fiederchens, als Fortsetzung desselben. Bei *gl* die randständigen Drüsenhaare, *c* das Gewebepolster. 20 mal vergr. — **C** die erste Anlage eines in *B* dargestellten Prothalliums (Spitzenaposporie), an der Spitze eines Fiederchens von *Polystichum angulare* var. *pulcherrimum*. Die Entstehung des Prothalliums wird durch die Bildung eines durch feinere Umrisslinien hervorgehobenen Meristems eingeleitet, welche in der Richtung, resp. Verlängerung der durch eine feine Schattierung bezeichneten Blattader erfolgt. 130 mal vergr. — **D** Eine Modification der Spitzenaposporie von *Polystichum angulare* var. *pulcherrimum*. Nahe am Ende eines Fiederchens hat sich ein Prothallium von der Form eines cylindrischen Körpers gebildet und bereits Archegonien (*arch*) entwickelt; bei *x* der Beginn einer seitlichen Verzweigung. 10 mal vergr. — **E** Soralaposporie von *Polystichum angulare* var. *pulcherrimum*. Querschnitt durch einen Sorus mit den in der Entwickelung begriffenen Sporangien (*sp*) und dem basalen Teile eines aus einem Sporangiumstiele entstandenen Prothalliums, an welchem bereits ein Antheridium (*anth*) und eine Haarwurzel (*h*) gebildet ist. 70 mal vergr. — (Nach F. O. Bower.)

können. Entständen nun hier — wie in einigen unten zu erwähnenden Fällen — statt der Prothallien beblätterte Knospen, so hätten wir die Erscheinung der Adventivknospenbildung vor uns. Nun sind aber thatsächlich in dem Sorus mehrerer Farnvarietäten neben den Sporangien auch beblätterte Knospen beobachtet worden, welche neben den reifen Sporangien entstehen, nämlich bei *Athyrium filix femina* L. var. *plumosum subvar. elegans* und *divaricatum* und bei *Nephrodium erythrorsum* Eat. var. *monstrosum* oder *proliferum*. Dies sind also unleugbare Übergänge von der Aposporie zu der Adventivknospenbildung.

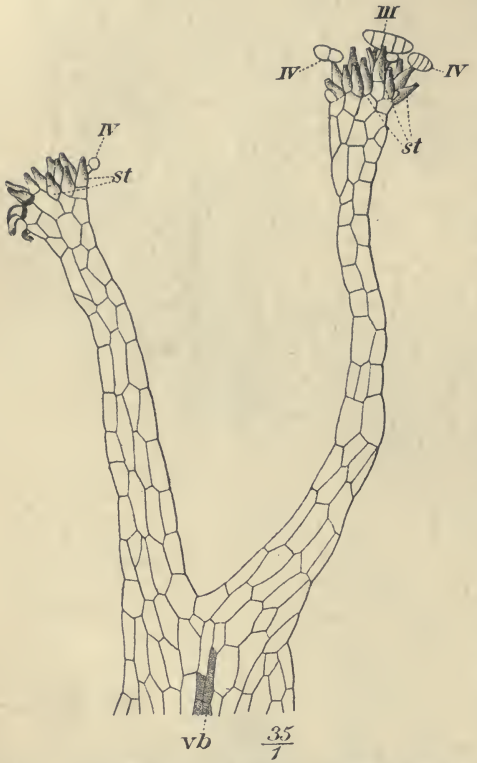


Fig. 65. Spitzenaposporie von *Trichomanes alatum* Sw. — Aus dem Ende eines Blattzipfels sind — in der Verlängerung der Blattader (*v b*) — zwei längliche, flächenartige Prothallien hervorgegangen, deren Fläche in der Ebene der Blattspreite liegt; an jedem Ende dieser Prothalliumlappen haben sich Sterigmen entwickelt, kurze, flaschenförmige Trägerzellen (*st*), welche Brutknospen (*IV*) tragen. 35 mal vergr. — (Nach F. O. Bower.)

Auch bei den Hymenophyllaceen kommen mehrfach Fälle von Aposporie vor; bisher sind dieselben aber nur bei *Trichomanes*-Arten beobachtet worden, nämlich bei *Tr. pyxidiferum* L., *alatum* Sw. und *Kaulfussii* Hk. et Gr. Da das Prothallium der Gattung *Trichomanes* dem Typus der Fadenbildung folgt, so tritt dasselbe auch in den oben bezeichneten Fällen der Aposporie nur fadenförmig auf. Bei der zuerst genannten Art finden wir Soralaposporie, und die Prothalliumfäden entspringen aus dem Grunde des Receptaculums und den dort befindlichen unausgebildeten Sporangien. Die Aposporie von *Tr. alatum* ist eine Spitzenaposporie (Fig. 65) und besteht darin, dass die fadenförmigen Prothallien teils aus einzelnen Zellen der Fiederspitzen oder des Blattrandes oder auch aus den Adern, sowie aus den Sporangien entspringen; teils setzt sich das Fiederchen direkt in eine Prothalliumzelle fort, welche an der Spitze Brutknospen erzeugt. Im ganzen tritt also die Aposporie bei den Hymenophyllaceen in denselben Modificationen auf, wie bei den oben beschriebenen Polypodiaceen, aber die Prothallien der Hymenophyllaceen sind auch in den Fällen der Aposporie vielfach durch Brutknospen (Gemmen) ausgezeichnet, welche z. T. von kurzen, flaschenförmigen Trägerzellen (Sterigmen) entspringen. Die Brutknospen werden oft mehrzellig, bleiben aber stets fadenförmig und stehen quer zu der Trägerzelle; sie fallen leicht ab, worauf sie in der Regel bald keimen.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass sich bei genaueren Beobachtungen noch mehrere Beispiele finden werden für die Erscheinung der Aposporie; ob aber die Prothalliumbildung von *Trichomanes alatum* Sw. nur auf dem Wege der Aposporie stattfindet, wie Bower anzunehmen scheint, müsste doch erst noch durch weitere Untersuchungen festgestellt werden.

Einteilung der Eufilicineae.

Sporangium aus einer einzigen Zelle hervorgehend. Sporangiumwand mit einer Gruppe eigentümlich starkwandiger Zellen, dem Ring (annulus), versehen, dessen

Bau für den Öffnungsmechanismus maßgebend ist. Sporen sämtlich gleichartig. — Prothallium oberirdisch, meist flach, selten fadenförmig oder knollenartig.

I. Sorus stets randständig am Ende einer Blattader, welche sich in ein säulenförmiges Receptaculum fortsetzt. Sporangien sitzend oder kurzgestielt. Ring vollständig, wagerecht oder schief. Stomium vertical oder quer gerichtet. Sporen tetraëdrisch-kugelig. B. parenchym — mit wenigen Ausnahmen — einschichtig, ohne Spaltöffnungen. Indusium 2-lappig oder becherförmig. . . **Hymenophyllaceae.**

II. Sorus end-, gabel- oder rückenständig an den Adern (Nerven). Sporangien sitzend oder kurzgestielt auf meist vortretendem Receptaculum. Ring etwas schief verlaufend, vollständig*). Stomium schief quer gerichtet. Sporen bilateral oder tetraëdrisch-kugelig. — Stamm oft baumartig. B. mit normalem mehrschichtigen Gewebe und Spaltöffnungen . . . . . **Cyatheaceae.**

III. Sorus endständig, gabel- oder rückenständig an den Adern, zuweilen durch Übergreifen der Sporangien auf das Parenchym aufgelöst. Sporangien kurz- oder langgestielt. Ring unvollständig, vertical. Stomium quer gerichtet. Sporen bilateral oder tetraëdrisch-kugelig . . . . . **Polypodiaceae.**

IV. Sporangien nicht zu Soris vereinigt, rückenständig, vereinzelt an den Adern zerstreut, fast sitzend, rund. Ring ± vollständig, sehr breit, vielzellig, schief verlaufend, zuweilen fehlend. Sporangium aus 2 Zellen entstehend, deren 1 frühzeitig abortiert. Sporen tetraëdrisch-kugelig . . . . . **Parkeriaceae.**

V. Sori mit wenigen (6) Sporangien, rückenständig an den Adern auf convex vortretendem Receptaculum. Sporangien fast sitzend. Ring vollständig, schief verlaufend. Stomium schief quer gerichtet. — B. zu Dichotomie geneigt. Haare. **Matoniaceae.**

VI. Sori mit wenigen (meist nur 2—6) Sporangien, end- oder rückenständig an den Adern, ohne vortretendes Receptaculum. Sporangien fast sitzend. Ring vollständig, etwas oberhalb der Mitte quer verlaufend. Stomium vertical gerichtet. B. zu Dichotomie geneigt. Nur Spreuschuppen . . . . . **Gleicheniaceae.**

VII. Sporangien meist einzeln, oft randständig, fast sitzend, ovoid, ohne vortretendes Receptaculum. Ring vollständig, (dicht unter dem Scheitel) quer verlaufend. Stomium vertical gerichtet. — Fertile Blattteile meist stark modificiert. Haare oder Spreuschuppen. . . . . **Schizaeaceae.**

VIII. Sori meist aufgelöst, ohne vortretendes Receptaculum. Sporangien fast sitzend. Eigentlicher Ring nicht vorhanden, ersetzt durch eine dorsal gelegene Gruppe starkwandiger Zellen. Stomium vertical gerichtet. Sporen tetraëdrisch-kugelig. B. mit Scheide. Nur Haare . . . . . **Osmundaceae.**

Hymenophyllaceae

von

R. Sadebeck.

Mit 37 Einzelbildern in 10 Figuren.

Wichtigste Litteratur. Swartz, Synopsis filicum. Kiliae 1806. — Kunze, Analecta pteridographia. Leipzig 1837. — Taschner, Dissertatio de duabus novis Trichomanum

---

*) d. h. nicht unterbrochen durch den Stielansatz wie bei den *Polypodiaceae*. Ein Teil des Ringes ist bei allen aufspringenden Sporangien stets aus etwas dünnwandigeren, meist gestreckteren Zellen zusammengesetzt.

speciebus etc. Jena 1843. — Presl, *Hymenophyllaceae*, eine botanische Abhandlung. Prag 1843 (Abhandl. d. Böhm. Gesellsch. d. Wissensch. V. Folge. 3. Bd.). — K. Müller, Über die Schuppen des *Trichomanes membranaceum* (Bot. Ztg. 1845, p. 577ff. Taf. IV). — Hooker, Species filicum. Vol. I. London 1846. — Kunze, Über Hooker species filicum (Bot. Ztg. 1847, p. 183). — Hooker et Greville, Icones filicum, Garden Ferns, Exotic flora, Icones plantarum Vol. X, XVII, Second Century of Ferns etc. — Presl, Die Gefäßbündel im Stipes der Farne (Aus d. Abhandl. d. Königl. Böhm. Ges. d. Wissensch. V. Folge. 5. Bd. Prag 1847). — Ders., Epimeliae botanicae. Prag 1849. — K. Müller, Über einige bisher verwechselte Arten der Farngruppe der *Hymenophyllaceae* (Bot. Ztg. 1854). — Karsten, Flora Columbiae, Tom. 2, p. 107ff. — Sturm, Über einige neue *Hymenophyllaceen*-Arten aus der Verwandtschaft der *Hymenophyllum sericeum* Sw. (Bot. Ztg. 1859). — Ders., *Hymenophyllaceae* in Martius Flora Brasiliensis, Fasc. 23. 1859. — Crüger, H., Westindische Fragmente. Zur Kenntnis der *Hymenophyllaceae* (Bot. Ztg. 1860). — Van den Bosch, Inleiding tot de Kennis der *Hymenophyllaceae*. (Verslagen en Mededeel. d. K. Akad. Amsterdam 1860). — Ders., Eerste Bydrage tot de Kennis der *Hymenophyllaceae* (Ebenda, Deel IX, Amsterdam 1861). — Ders., *Hymenophyllaceae javanicae* (Natuurk. Verh. d. K. Akad. Deel IX). — Ders., *Synopsis Hymenophyllacearum* (Neederland. Kruidkundig Archief, IV. Deel). — Baker, Description of six new species of simple fronded *Hymenophyllaceae* (Journ. Linn. Soc. Bot. Vol. IX). — Mettenius, G., Über die *Hymenophyllaceae* (Abhandl. der math.-phys. Klasse der Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Bd. VII. Leipzig 1864). — Milde, Filices Europae et Atlantidis, Leipzig 1867. — Burck, W., Over de ontwikkelingsgeschiedenis en den aard von het Indusium der Varens. Akademisch Proefschrift. Haarlem 1874. — Fournier, Eug., Sur les Fougères de la Nouvelle Calédonie (Bull. de la Soc. Bot. de France, t. 20, sess. extraord. p. XX). — Ders., Le genre *Loxsoma* (Ebenda). — Hooker und Baker, Synopsis Filicum. London 1874. — Luerssen, Chr., Ein Beitrag zur Farnflora der Palaos- oder Pelew-Inseln (Journ. des Mus. Godeffroy, Bd. I. Hamburg, 1875). — Ders., Über die Farnflora der Cooks- oder Herweg-Inseln (Ebenda). — Ders., Zur Flora von Queensland (Ebenda, Bd. II). — Ders., Filices Graeffeanae, Die Farne der Samoa-Inseln (Mitteilungen aus dem Gesamtgebiete der Bot. von Schenk und Luerssen, Bd. I. Leipzig 1874). — Bommer, J. E., Sur le groupe des *Loxsomacées* (Bull. de la Soc. Bot. de France, t. 20, sess. extraord., p. XXXV). — Janczewski, Ed. v., et Rostafinski, J., Note sur le prothalle de *l'Hymenophyllum tunbridgense* (Mémoires de la Société nationale des Sc. nat. de Cherbourg. 1875. T. XIX). — Prantl, K., Untersuchungen zur Morphologie der Gefäßkryptogamen. I. Heft. Die *Hymenophyllaceen*, die niedrigste Entwickelungsreihe der Farne. Leipzig 1875. — Cheesemann, J. F., New species of *Hymenophyllum* (Transact. and Proceedings of New-Zealand Institute, 1875, Vol. VIII, Wellington 1876). — Bary, A. de, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Handbuch der Botanik, in Verbindung mit A. de Bary und J. Sachs herausgegeben von W. Hofmeister, Band III. Leipzig 1877. — Cramer, C., Über die geschlechtslose Vermehrung des Farn-Prothalliums (Denkschr. d. Schweiz. Naturforsch. Gesellsch. Bd. XXVIII, 1880). — Gillot, *Trichomanes radicans* Sw., ein neuer Farn Frankreichs (Extrait de la Feuille des Jeunes Naturalistes. Paris 1880). — Sadebeck, Die Gefäßkryptogamen (Schenk's Handb. d. Bot. i. Encykl. der Naturwiss. I. Bd. Breslau 1880). — Luerssen, Chr., Pteridologische Notizen; I. Über einige Hymenophyllaceen Neuhollands und Polynesiens. (Bot. Centralbl. IX. 1881) und II. Zur Farnflora Hinterindiens und West-Sumatra's (Bot. Centralbl. 11. 1882). — Hart, H. C., *Trichomanes radicans* in Donegal (J. of Bot. XXII, p. 214). — Jenman, G. S., *Trichomanes* (*Hemiphlebium*) *labiatum* nov. sp. (G. Chr. 24. No. 601, p. 7. — Auch im Bot. C. 23, p. 111). — Bower, F. O., Preliminary note on the formation of gemmae on *Trichomanes alatum* (Ann. of Bot. I. 1887, No. 2). — Goebel, K., Morphologische und biologische Notizen (Annales du jard. bot. de Buitenzorg. Vol. VII. 1887). — Derselbe, Zur Keimungsgeschichte einiger Farne (Ebenda). — Lachmann, P., Structure de la racine des Hymenophyllacées (B. S. B. Lyon 1886). — Bower, F. O., On some normal and abnormal developments of the oophyte in *Trichomanes* (Ann. of Bot. 1888. I.). — Derselbe, Attemps to induce aposporous developements in Ferns (Ann. of Bot. 1889). — Giesenhagen, C., Die Hymenophyllaceen (Flora, 1890). — Jenman, G. S., Ferns: Synoptical List, with description of the Ferns and Fern-allies of Jamaica (Bull. Bot. Dep. Jamaica 1890). — Colenso, A., A description of some newly-discovered indigenous plants etc. (Tr. New-Zealand Inst. XXIII, 1891). — Engler, A., Über die Hochgebirgsflora des tropischen Afrika (Abh. K. Preuss. Akad. d. Wiss., Berlin 1891). — Baker, J. G., On the Vascular Cryptog. of the Island of St. Vincent (Ann. of Bot. V, 1891, t. X—XI). — Ders., A summary of the new Ferns which have been discovered or described since 1874. Ann. of Bot. V und Oxford 1892. M. 1 Taf. —

Lagerheim, G. de, Sobre la multiplicatión agámica por conidios del protallo de ciertos helechos (Anal. Univ. centr. del Ecuador, ser. VI. Quito 1892. 1 Taf.). — Derselbe, Über hygrophile Farne (Flora LXXVI, 1892. Ergänzgsbd.). — Goebel, K., Archegoniatenstudien über die Geschlechtsgeneration der *Hymenophyllaceae* (Flora LXXVI, 1892. Ergänzgsbd.). — Moore, A. G., *Trichomanes radicans* in Spain (J. of Bot. XXX, 1892). — Poirault, G., Recherches anatomiques sur les cryptogames vasculaires (Ann. d. sc. nat. Bot. VII. Sér., t. XVIII, 1893). — Sodiro, A., Cryptogamae vasculares Quitenses adjectis speciebus in aliis provinciis ditionis Ecuadorensis hactenus detectis (Anal. Univers. Centr. Ecuador. Quito 1893). — Bower, F. O., On apospory and production of gemmae in *Trichomanes Kaulfussii* Hk. et Grev. (Ann. of Bot. VIII). — Christ, H., *Trichomanes orbiculare* n. sp. (Engl. J. XIX). — Jenman, G. S., *Trichomanes fruticulosum* n. sp. (Gard. Chr. XV). — Karsten, G., Morphologische und biologische Untersuchungen über einige Epiphytenformen der Molukken (Ann. Jard. Bot. Buitenzorg. XII). — Percival, J, *Trichomanes radicans* in Wales (J. of B.XXXII). — Hieronymus, G., Pteridophyta in: A. Engler, die Pflanzenwelt Ostafrikas und der Nachbargebiete. Berlin 1895. — Glück, H., Die Sporophyllmetamorphose (Flora LXXX). — Christ, H., Filices Fauricanae (Japan) (Bull. Herb. Boissier IV, 1896). — Ders., Die Pteridophyten in: F. Reinecke, Die Flora der Samoa-Inseln (Engler's Jahrb. XXIII, 1896). — Hieronymus, G., Beiträge zur Kenntnis der Pteridophyten-Flora Argentiniens und einiger angrenzenden Teile von Uruguay, Paraguay und Bolivien (Engler's Jahrb. XXII, 1896). — Bommer, E. H., et Christ, H., Filices, in: Durand et Pittier, primitiae Florae Costaricensis (Bull. Soc. R. de Bot. Belgique, XXXT, Brüssel 1896). — Jenman, G. S., *Trichomanes Fraseri* (Gard. Chr. XX, 1896). — Christ, H., Die Farnkräuter der Erde. Jena 1897.

Prothallium*) und Sexualorgane. — Die ersten Erscheinungen der Keimung treten bei den *Hymenophyllaceae* meist schon sehr früh auf. Die (tetraëdrischen) Sporen erfahren die erste Veränderung nach der Reife entweder schon im Sporangium, und zwar oft zu einer Zeit, wo dasselbe noch geschlossen ist, oder doch in der Höhle des Indusiums, in welche sie in vielen Fällen nach dem Zerplatzen des Sporangiums zunächst gelangen. Bei der Keimung wird das Exosporium längs der 3 Scheitelkanten zersprengt, worauf im Inneren der Spore Teilungsvorgänge (Fig. 66) erfolgen, durch welche dieselbe entweder in drei im Centrum zusammenstoßende Zellen zerlegt wird (*Hymenophyllum*-Arten), oder die ersten Scheidewände werden (wie z. B. bei mehreren, aber nicht bei allen Arten der Gattung *Trichomanes*) durch den Centralteil der Spore geschieden und stoßen also nicht zusammen (Fig. 66).

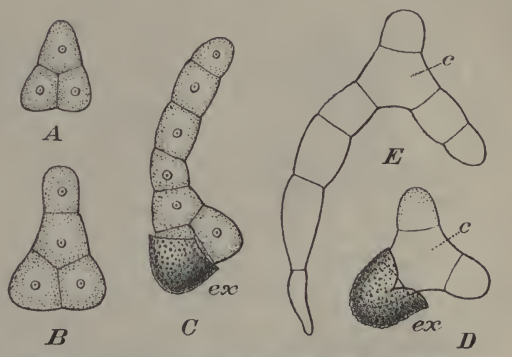


Fig. 66. Keimung von *Hymenophyllum* und *Trichomanes*. *A—C* drei aufeinanderfolgende Keimungsstadien von *Hymenophyllum rarum* R. Br. *D—E* zwei Keimungsstadien von *Trichomanes* spec. Bei *A* ist die keimende Spore in drei primäre Zellen geteilt, bei *D* sind die bei der Keimung entstandenen 3 Ausstülpungen nicht durch eine Wand abgetrennt; zwischen ihnen der Centralteil der Spore (*c*). *ex* das abgeworfene Exosporium. 150 mal vergr. (Original.)

Die Entwickelung der Prothallien der Gattungen *Trichomanes* und *Hymenophyllum* erfolgt aber in einer z. T. sehr verschiedenen Weise und erfordert daher eine getrennte Darstellung.

a) *Trichomanes*. — Die bei der Keimung entstandenen 3 Außenzellen können sämtlich zu Zellfäden auswachsen, an welchen im Laufe der Entwickelung auch Verzweigungen stattfinden; dieselben liegen jedoch nicht immer in einer Ebene. Nicht

*) Das Prothallium und die Vegetationsorgane der Hymenophyllaceen weichen von denen der anderen Eufilicineen sehr erheblich ab und erforderten daher eine getrennte Bearbeitung, während für die übrigen Familien der Eufilicineen eine zusammenfassende Darstellung in dem vorangegangenen Abschnitt möglich war.

selten schließt einer der Strahlen schon früher sein Wachstum ab, indem sich seine Endzelle in eine Haarwurzel (Rhizoïd) umbildet. Bei der weiteren Entwickelung bleiben die Prothallien der niedrigeren Formen dauernd fadenförmig, verzweigen sich aber vielfach und bilden mitunter — in ähnlicher Weise wie bei einem Moosprotonema — oberirdische und unterirdische Achsen (z.B. *Trichomanes rigidum* Sw., Fig. 68). Die letzteren sind chlorophylllos und vielfach mit Stärke angefüllt, die oberirdischen Fäden sind dagegen chlorophyllhaltig.

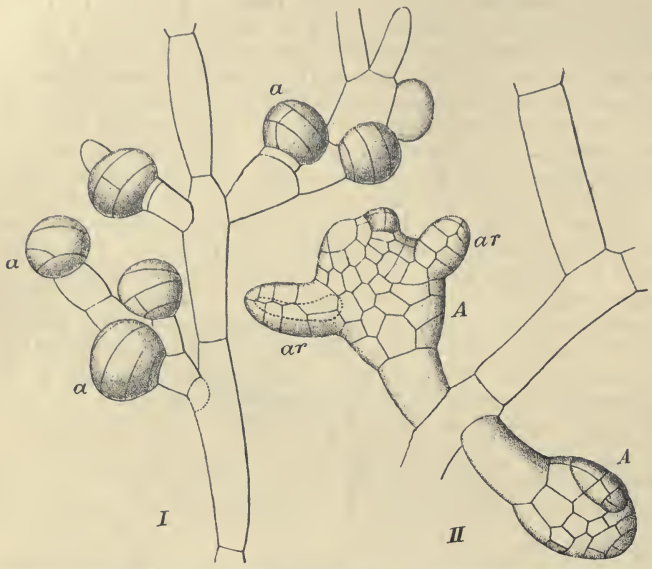


Fig. 67. Prothallium von *Trichomanes rigidum* Sw.; *I* Fadenstück mit Antheridien (*a*). *II* Teil eines Prothalliumfadens mit 2 Archegoniophoren (*A*) und mit Archegoniumanlagen (*ar*). (Nach Goebel.)

Die Antheridien (Fig. 67, *I*) entwickeln sich teils an den Enden der Fadenäste, teils seitlich an denselben und sind oft zu ganzen Antheridienständen vereinigt, ihr Entwickelungsgang stimmt im wesentlichen mit dem der kugeligen Polypodiaceen - Antheridien überein.

Die Archegonien sind von denen der übrigen Farne kaum verschieden, werden aber an kleinen Zellkörpern, Archegoniophoren, angelegt, welche durch Umbildung eines kurzen Fadenastes entstehen (Fig. 67, *II*), aber ein begrenztes Wachstum besitzen. Die Archegoniophore sind im stande, Rhizoïden zu entwickeln, auch können sie in jungen Stadien wieder zum fadenförmigen Wachstum zurückkehren.

Die Prothallien sind stets monöcisch.

Bei den Prothallien der höher entwickelten *Trichomanes*-Arten finden wir bereits den Beginn der Flächenbildung. Im einfachsten Falle geschieht dies dadurch, dass ein Faden durch Längsteilung seiner Zellen bandartig umgestaltet wird, in anderen Fällen geht der ursprüngliche Zellfaden an seiner Spitze ganz direkt in eine spatelförmige Zellfläche über, mitunter treten auch schmale flächenartige Seitensprosse an einem fadenförmigen Prothallium auf.

Während aber die Prothalliumfäden dem Substrat anliegen und wohl einer unbegrenzten Entwickelung fähig sind, heben sich die flächenartigen Sprosse der Prothallien vom Substrat ab und haben als solche ein begrenztes Wachstum, aber die Randzellen derselben können auch wieder zu Fäden oder zu Haarwurzeln auswachsen. Die Flächen erscheinen somit als ein etwas abweichend gebildeter Teil des Fadenprothalliums. An jungen Prothalliumflächen beobachtet man mitunter eine keilförmige Scheitelzelle, an älteren ganz ausschließlich Randzellenwachstum (man vergl. bei *Hymenophyllum*); sehr häufig sind die flächenartigen Sprosse in mehrere spitze Lappen ausgezogen, welche an ihrer Spitze oft in großer Anzahl Sterigmen mit Brutknospen tragen (man vergl. Fig. 65). Die Antheridien stehen als seitliche Äste an den Fäden oder an den Randzellen der Flächen. Die Archegonien werden auch hier an Archegoniophoren gebildet, die aus — meist sehr kurz bleibenden — Fäden entstehen. Diese entspringen, oft in Mehrzahl, aus der Basis der Prothalliumflächen, und die Archegonien finden somit hier vermöge der Assimilationsthätigkeit der Flächen die besten Ernährungsbedingungen. Statt einen,

Fig. 68. *Trichomanes rigidum* Sw. Habitusbild eines Prothalliums (nur ein kleiner Teil der Fäden ist gezeichnet) mit Archegoniophoren *A*, an deren einem (unteren) eine Keimpflanze sitzt (etwa 100 mal vergr.). (Nach Goebel.)

wenn auch nur kurzen Faden zu bilden, kann eine Prothalliumrandzelle auch direkt zur Bildung eines Archegoniophors übergehen; niemals aber wurde an einer Zellfläche die Bildung eines mehrschichtigen Zellpolsters beobachtet, wie z. B. an den Prothallien von *Hymenophyllum* (man vergl. unten). Nur selten entstehen Archegoniophore direkt an Prothalliumfäden, welche nicht aus Flächen, sondern nur aus Prothalliumfäden hervorgegangen sind. Dagegen können die Archegoniophore auch zu Zellflächen auswachsen, namentlich, wenn die Archegonien unbefruchtet geblieben sind. Obgleich hier der Beginn einer Flächenbildung stattfindet, so geht doch aus der gesamten Entwickelung hervor, dass die Fadenform für das Prothallium von *Trichomanes* die ursprüngliche ist.

Nicht selten ist eine ungeschlechtliche Vermehrung; dieselbe erfolgt durch die Bildung von Brutknospen, indem die Endzelle eines Prothalliumfadens eine Anzahl cylindrischer oder flaschenförmiger Trägerzellen (Sterigmen) als Sprossungen erzeugt (Fig. 65), deren vorderes Ende anschwillt und schließlich als eine reich mit Plasma angefüllte, kugelige Zelle abgeschnürt wird. Dieselbe wird darauf durch eine in der Richtung der Trägerzelle verlaufende Wand in eine rechte und eine linke Hälfte geteilt; beide Hälften strecken sich aber bald senkrecht zu der Teilungswand und werden alsdann durch Wände, welche der ersten Teilungswand parallel sind, in mehrere Zellen geteilt, so dass eine dem Stiele quer aufsitzende Zellreihe entsteht, deren beide Endzellen sich etwas verjüngen, resp. etwas zugespitzt sind. Die auf diese Weise entstandene, meist etwas halbmondförmige Brutknospe haftet nur sehr lose an der Trägerzelle und fällt daher leicht von derselben ab. Nach der Trennung von dem Muttersprosse entwickelt sie sehr bald Haarwurzeln und reiche Verzweigungen, sowie auch Antheridien und wird überhaupt zu einem neuen Prothallium, welches wiederum Brutknospen zu entwickeln vermag. (Genauer studiert wurden diese Gemmen von Cramer, Bower und Lagerheim, welche auch Abbildungen hierzu gegeben haben).

b) *Hymenophyllum*. — Die Prothallien der *Hymenophyllum*-Arten gleichen äußerlich dem bandförmigen, wiederholt verzweigten Thallus der Lebermoose; sie sterben auch wie diese an den älteren Teilen ab und vermehren sich wahrscheinlich auch durch die dadurch bedingte Isolierung der Verzweigungen; sie sind — außer in den rückwärts vom Meristem gelegenen Teilen — nur eine Zellenlage dick. Der Entwickelungsgang, welchen das Prothallium nimmt, ist folgender: Eine der drei bei der Keimung entstandenen Zellen wächst zu einem den Algenfäden ähnlichen Prothallium heran, während die beiden anderen primären Zellen des Vorkeims in ihrer Entwickelung entweder gänzlich zurückbleiben oder nur wenige Gliederungen eingehen (Fig. 66); in der Regel jedoch bilden sie sich sehr bald an ihrem Ende zu haarwurzelähnlichen Organen aus und nehmen eine bräunliche Färbung an. Aber auch das Wachstum des Prothalliumfadens ist nur ein beschränktes, oft wächst schon die fünfte oder sechste Gliederzelle flächenartig aus und erfährt auch Änderungen in der Richtung der Teilungswände. Hierbei bildet sich nicht selten eine zweischneidige Scheitelzelle aus, welche indessen nirgends längere Zeit in Funktion bleibt; es tritt vielmehr sehr bald ein terminales Meristem mit Randzellenwachstum auf, in gleicher Weise wie bei der Entwickelung des Polypodiaceen-Prothalliums. .

Nicht selten erfolgt alsdann eine Verzweigung oder Gabelung des Prothalliums; dieselbe ist darauf zurückzuführen, dass der Scheitel eines Prothalliums oder Prothalliumlappens sich verbreitert, eine mittlere Partie desselben in den Dauerzustand übergeht und dadurch zwei neue Vegetationspunkte entstehen, von denen der eine in der Regel in der Richtung des alten Sprosses weiter wächst, der andere einen Seitenzweig bildet.

Eine ungeschlechtliche Vermehrung findet sowohl durch Brutknospen, als durch randbürtige Adventivsprosse statt; letztere beobachtet man namentlich an Prothallien mit verletztem Scheitel. Die Brutknospen sitzen mitunter mit breiter Basis dem Prothalliumrande auf und entwickeln sich schon am Prothallium selbst zu einer kleinen Zellfläche, welche mit einer zweischneidigen Scheitelzelle versehen ist. Die Prothallien anderer *Hymenophyllum*-Arten dagegen, wie z. B. diejenigen von *H. dilatatum* Sw., besitzen wieder

deutliche flaschenförmige Sterigmen (wie *Trichomanes*), an welchen Brutknospen mit schmaler Basis aufsitzen.

Sehr bemerkenswert ist die Tüpfelung der Zellwände, welche die benachbarten Zellen von einander trennen; bei Querschnitten entstehen dadurch Bilder, welche an Siebplatten erinnern. Den frei nach außen grenzenden Zellwänden fehlt dagegen jede derartige Perforierung.

Die Haarwurzeln entstehen in sehr charakteristischer Weise, meist in Gruppen am Rande des Prothalliums; die durch eine Querwand abgetrennte Trägerzelle der Haarwurzel erhält dabei dieselbe Braunfärbung, wie die Membran der letzteren. Sehr häufig, fast immer aber in den Haarwurzeln, sowie auch in den Trägerzellen derselben finden sich in tropischen Arten Pilzhyphen.

Die Antheridien stehen teils am Rande, häufiger aber nahe dem Rande auf der Unterseite des Prothalliums; oft finden sie sich dicht bei den Archegonien, nicht selten sogar zwischen ihnen (Fig. 69). — Die Archegonien entstehen gruppenweise auf der Unterseite des Prothalliums in nächster Nähe eines terminalen Meristems (Fig. 69). Der die Archegoniumgruppen tragende Teil eines Prothalliums bleibt nicht einschichtig, sondern bildet ein, wenngleich oft nur aus zwei Zellenlagen bestehendes Gewebepolster. Ein Prothallium kann zahlreiche solcher Archegonium-Gruppen tragen; die der Bildung derselben vorangehende Isolierung der Meristem-Gruppen geschieht meist in gleicher Weise, wie bei der oben geschilderten Verzweigung durch Einschiebung von Dauergewebe zwischen die Archegoniengruppen (man vergl. auch bei *Vittaria*). Die Bildung neuer Archegoniumgruppen ist daher auch keine stetige, sondern wird oft durch längere Intervalle unterbrochen. Innerhalb einer Archegoniumgruppe ist die Entstehungsfolge der Archegonien eine apicale; das erste Archegonium entsteht nahe dem Rande, oft aus der Zelle unmittelbar hinter einer Randzelle, wird aber, da der Rand meristematisch bleibt, später von demselben weiter entfernt.

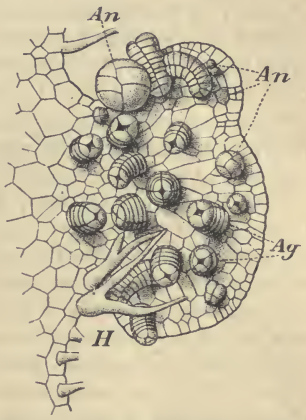


Fig. 69. *Hymenophyllum dilatatum* Sw. Prothalliumlappen mit einer Archegoniumgruppe, *Ag* die einzelnen Archegonien sind nicht näher bezeichnet; *An* Antheridien; *H* Haarwurzeln. (Nach Goebel.)

Im Baue der Antheridien und Archegonien finden sich keine wesentlichen Verschiedenheiten von den übrigen *Eufilices*.

Die Prothallium-Entwickelung von *Trichomanes* folgt also allerdings dem Typus der Fadenbildung, gelangt aber — im Gegensatze zu den Moosen — an einzelnen Fadenästen bereits zu Zellflächen begrenzten Wachstums, aber die Bildung der Archegoniophore ist noch nicht auf die Zellfläche übergegangen; die Archegoniophore vermögen indessen flächenartig auszuwachsen. Wird aber die Bildung der Zellflächen in ein früheres Stadium verlegt, so gehen auch die Archegonien auf dieselben über, wie wir dies bei den meristematischen Prothallien von *Hymenophyllum* finden. Dieselben sind aber von den Prothallien anderer leptosporangiater Farne, insbesondere den *Vittaria*-Prothallien, wo die Verteilung der Geschlechtsorgane in ganz analoger Weise erfolgt, nicht sehr verschieden. Diesen Bildungen gegenüber erscheinen die bisher als typisch betrachteten Farn-Prothallien nur als ein Specialfall, der durch eine andere Lagerung des Archegoniumpolsters (Archegoniophors) — in der Mittellinie des Prothalliums — charakterisiert ist. Dieser Specialfall wird aber mit den Prothallien von *Hymenophyllum* und *Vittaria* verknüpft durch die Prothalliumformen von *Anogramme*, welche sich nicht herzförmig entwickeln und das — in der äußeren Form allerdings eigenartige — Archegoniumpolster in ähnlicher Weise wie bei *Hymenophyllum* und *Vittaria* am Rande einer meristematischen Zellfläche bilden. Während also die Prothalliumbildung der Gattung *Hymenophyllum* in zahlreichen Übergängen mit den bekannten Formen des Polypodiaceen-Prothalliums verknüpft wird, zeigt andererseits das Prothallium von *Trichomanes*

dadurch, dass es in ähnlicher Weise wie dasjenige der Moose dem Typus der Fadenbildung folgt, den phylogenetischen Zusammenhang zwischen den Farnen und Moosen, und füllt somit die Kluft zwischen beiden Abteilungen der Archegoniaten aus.

Vegetationsorgane. In dem Aufbaue und der Anatomie des Stammes findet man im ganzen nur wenige Abweichungen von den Wachstumsvorgängen und Gewebebildungen, welche im allgemeinen Teile, pag. 65 ff., besprochen wurden. Der Stamm der Pflanze wird von einer typisch verzweigten Sprossachse gebildet, welche entweder dorsiventral oder radiär gebaut ist. In dem ersteren Falle entspringen die Blätter und die Seitensprosse seitlich an dem Stamme in je zwei Zeilen, welche meist durch lang gestreckte Internodien unterbrochen werden, in dem anderen Falle ist der Stamm radiär beblättert und besitzt gestauchte Internodien.

Während am Embryo, dessen Entwickelung von derjenigen der Polypodiaceen-Embryonen nicht abweicht, in gleicher Weise wie bei diesen eine Wurzel zur Anlage und an dem Keimpflänzchen auch zur Entwickelung gelangt (Fig. 70, *D*) unterbleibt bei der erwachsenen Pflanze mehrerer *Hymenophyllaceen* die Bildung von Adventivwurzeln. Auch die Stellung derselben scheint keiner festen Regel zu folgen. Es sind z. B. alle Arten der Sectio *Hemiphlebium* in der Gattung *Trichomanes* (man vergl. unten) wurzellos, außer *Trichomanes muscoides*, welches — wenn auch nur sehr selten — Adventivwurzeln bildet. Dagegen treten hier (wurzelähnliche) Sprosse auf, welche sich regelmäßig diametral zweizeilig verzweigen, aber keine Blätter entwickeln und nach Art der Wurzeln auf dem Substrat hinkriechen, die Pflanze befestigen und durch die von ihnen ausgehenden Haarwurzeln Nährstoffe in Lösung aufnehmen. Diese Sprosse sind stets durch den Mangel einer Haube von den echten Wurzeln zu unterscheiden und entwickeln in der Regel aus jeder Epidermiszelle je eine Haarwurzel. Solche Haarwurzeln bedecken aber nicht nur die wurzelähnlichen Sprosse, sondern auch die echten Sprossachsen und die Blattstiele der wurzellosen *Trichomanes*-Arten, sowie die Blattunterseiten, wenn dieselben dem Substrat genähert sind, wie z. B. bei *Trichomanes Hildebrandtii*. Andererseits aber findet man diese Haarwurzeln auch am Stamme und an den Blattstielen mancher bewurzelter *Hymenophyllaceen*, mit Ausnahme der radiär gebauten Arten.

Der Stamm besitzt ein axiles, collateral oder concentrisch gebautes Leitbündel, welches von einer Schutzscheide (Endodermis) umgeben wird. An dieselbe grenzt (nach außen zu) die Rinde, welche einen mehrschichtigen Hohlcylinder bildet. Die innere Zelllage derselben, die sog. innere Rinde, ist mehr oder weniger sklerenchymatisch, und die verdickten Zellwände sind oft braun gefärbt und getüpfelt. Die übrigen Schichten der Rinde bilden die Außenrinde und bestehen aus zartwandigen, englumigen Zellen; die äußerste Schicht derselben ist die Epidermis. Im wesentlichen denselben Bau des Leitbündels und der dasselbe umgebenden Gewebeteile findet man auch in den Blattstielen und Blattadern. In den letzteren aber wird das Bündel meist nur oben und unten von einem Sklerenchymstreifen bedeckt, während seitlich zwischen dem Bündel und den Zellen des Blattparenchyms eine Stoffleitung erfolgen kann (Fig. 70, *A*). Auch da, wo die sklerenchymatischen Bündelbelege etwas seitlich herumgreifen, bleibt stets noch ein Spalt für parenchymatische Zellen frei, welche den Stoffverkehr zwischen dem Bündel und den Zellen des Blattparenchyms vermitteln. Wenn aber das Bündel ringsum von stark verdickten Zellen umgeben ist, wie z. B. bei *Hymenophyllum Malingii* Mett. (Fig. 70, *F*), wird durch zahlreiche Poren in den verdickten Zellwänden die Verbindung des Bündels mit dem assimilierenden Gewebe ermöglicht.

Bei den einfachsten, wurzellosen Arten der Gattung *Trichomanes* sind die Leitbündel indessen oft so reduciert, dass durch dieselben eine für die ganze Pflanze ausreichende Wasserversorgung nicht stattfinden kann. Behufs der letzteren sind aber ganz besondere Einrichtungen vorhanden, welche unten besprochen werden sollen. Bei vielen *Trichomanes*-Arten findet man in dem Stamme noch flache, tafelförmige Zellen, Deckzellen oder Stegmata (Mettenius), welche einen ihrer Wand anliegenden Kieselkörper enthalten und in der Regel in Längsreihen angeordnet sind.

Der Scheitel des Stammes ist bei den radiär gebauten Arten naturgemäß durch die denselben überragenden Blattanlagen geschützt, dagegen liegt er bei den dorsiventralen Formen, deren Internodien nicht gestaucht, sondern gestreckt sind, mehr oder weniger frei. Aber es bilden sich hier unmittelbar hinter dem wachsenden Scheitel Drüsenhaare aus, welche in ähnlicher Weise wie bei vielen Polypodiaceen sich über den Vegetationspunkt herüberneigen und wahrscheinlich durch Schleimabsonderungen ihrer keulenförmigen Endzellen einen Schutz bilden. — Sehr eigenartig sind die Dornhaare von *Trichomanes alatum* Sw., welche bereits an der jungen Keimpflanze auftreten (Fig. 70, *D*) und dieselbe gegen äußere Einflüsse zu schützen sehr geeignet sind.

Auch die Adventivwurzeln, soweit solche bei den Hymenophyllaceen entwickelt werden, führen einen axilen Bündelstrang, welcher von einer Endodermis umgeben wird. An dieselbe grenzt hier ebenfalls die mehr oder weniger verdickte Innenrinde, auf welche eine wenigschichtige Außenrinde folgt; letztere besteht aus dünnwandigen Parenchymzellen. Deckzellen sind in der Wurzel bisher nicht beobachtet worden.

Die Blätter sind z. T. sehr eigenartig gebaut; auch die Entwickelung des Blattes stimmt nicht überall mit derjenigen der übrigen Eufilicineen überein; u. a. sind die in der Entwickelung begriffenen Blätter bei mehreren Arten der Gattung *Trichomanes* in der Jugend nicht eingerollt. Die schildförmigen Blätter von *Trichomanes peltatum* Kuhn und *Tr. Hildebrandtii* Bak. z. B. breiten sich, an ihrem ganzen Umfange fortwachsend, von Anfang an flächenförmig aus. Die Blätter der anderen, zur *Hemiphlebium*-Gruppe gehörenden *Trichomanes*-Arten sind in der Jugend ebenfalls nicht eingerollt; sie sind z. T. sehr lang gestreckt und werden mitunter nur von einer Ader durchzogen. Die Blattspreite von *Trichomanes Petersii* A. Gr. z. B. ist zuerst nur durch einen sehr schmalen Flügelsaum zu beiden Seiten der Mittelrippe angedeutet, und das Flächenwachstum und die Anlage der Adern höherer Ordnung beginnt erst später. Die Blätter der meisten *Hymenophyllum*-Arten dagegen sind in der Jugend stark eingerollt, und die Anlage und Entstehung der Blattadern ist daselbst auf ganz bestimmte, meristematische Zellcomplexe zurückzuführen, in gleicher Weise wie bei den Polypodiaceen (man vergl. Fig. 37, pag. 53).

Das ausgebildete Blatt weicht dagegen z. T. sehr erheblich von demjenigen der Eufilicineen ab. Die Blattspreite ist außer an den Blattadern meist einschichtig, nur in seltenen Fällen 2—4 schichtig (z. B. bei *Trichomanes reniforme* Forst. und *Trichomanes Hildebrandtii* Kuhn), und wird nur von einer außerordentlich zarten Cuticula bedeckt; aber die Wandungen der einzelnen Zellen sind in mehrfacher Weise gefestigt. Bei den Außenwänden geschieht dies oft in ähnlicher Weise wie bei den Wellblechen durch wellige Faltungen, während die Seitenwände stark verdickt sind. Da dieselben aber von zahlreichen Tüpfeln durchbohrt sind, so wird auch trotz der starken Verdickungen eine Communication der einzelnen Zellen des Blattparenchyms ermöglicht.

Eine Epidermis mit Spaltöffnungen fehlt auch den mehrschichtigen Blättern. Dagegen werden die Leitbündel des Blattes auf beiden Seiten desselben durch Sklerenchymstränge geschützt, welche auch zur Festigung des Blattgewebes dienen (Fig. 70, *A*). In den Blättern einiger *Trichomanes*-Arten findet man Sklerenchymstränge ohne Leitbündel (Fig. 70, *B*). Solche Stränge werden als Scheinadern, bez. Scheinnerven bezeichnet und vertreten entweder im morphologischen Aufbaue der Blätter — sowohl der Lage nach, als auch als Festigungsapparate — die Stelle der echten Adern, oder sie bilden die direkte Fortsetzung derselben. Sie sind daher thatsächlich Blattadern, welche allerdings nicht vollständig ausgebildet, sondern durch Rückbildung auf den Sklerenchymstrang reduciert sind. Alle *Trichomanes*-Arten, welche solche Scheinadern führen, hat Prantl in der Gattung *Hemiphlebium* vereinigt, welche jedoch infolge des Mangels anderer charakteristischer Merkmale im speciellen Teile nicht als selbständige Gattung beibehalten, sondern nur als Abteilung der Gattung *Trichomanes* aufgeführt werden konnte.

Eine fast noch weitergehende Verkümmerung der Blattadern findet mitunter bei einigen *Trichomanes*-Arten, namentlich denen der *Hemiphlebium*-Gruppe in Zellreihen statt, welche von Prantl als »Streifen« bezeichnet wurden und in gleicher Weise wie die Scheinadern nur aus sklerenchymatisch verdickten Zellen bestehen, aber nicht

Fortsätze der Blattadern bilden, sondern entweder regellos in der Blattfläche verteilt sind oder parallel zum Blattrande in geringer Entfernung von demselben verlaufen und mitunter (sectio *Feea*) in der Nähe des Blattrandes Anastomosen der Scheinadern oder auch

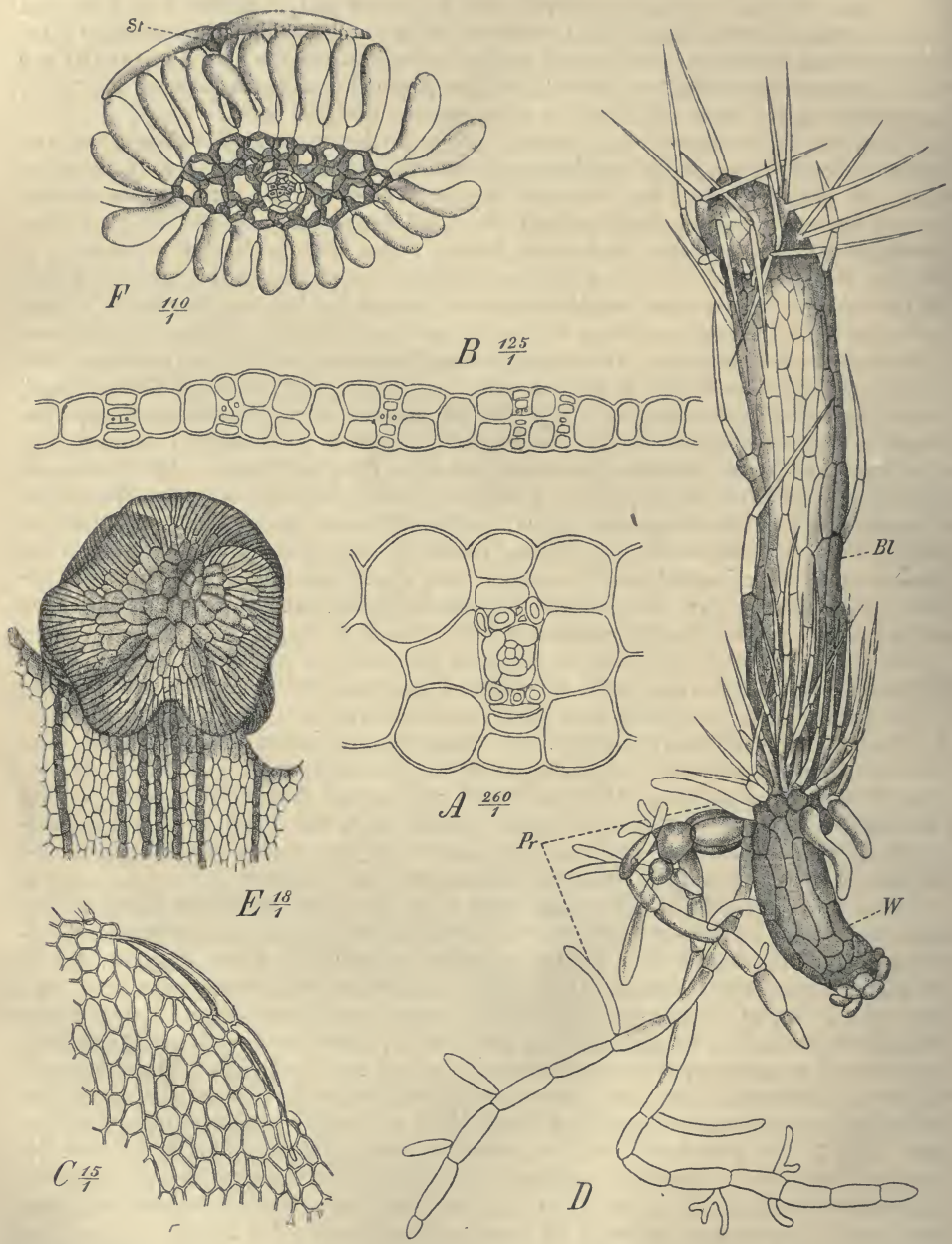


Fig. 70. *A* Querschnitt einer Blattader von *Trichomanes membranaceum* L. Vergr. 260. — *B* Querschnitt durch mehrere Scheinadern von *Trichomanes membranaceum*. Vergr. 125. — *C* Dornhaargruppe am Blattrande von *Trichomanes labiatum* Jenm. Vergr. 15. — *D* Keimpflanze von *Trichomanes alatum* Sw. mit den eigenartigen Dornhaaren. *Pr* Prothallium; *W* die Wurzel; *Bl* Blatt; vergr. — *E* Blattrand von *Trichomanes membranaceum* mit einer eigenartig eingerollten Schuppe. Vergr. 18. — *F Hymenophyllum Malingii* Mett., Blattquerschnitt. *St* = Sternhaar. Die Chlorophyllkörner sind nicht mit gezeichnet. Vergr. 110. — (Nach Giesenhagen.)

echten Blattadern darstellen. In einigen wenigen Fällen werden diese Streifen nur aus Deckzellen gebildet oder bestehen aus rechtwinkeligen Parenchymzellen, welche zu kurzen Reihen verbunden sind.

Auch der Blattrand besitzt bei einigen *Hymenophyllaceen* Schutzvorrichtungen durch kurze Haare, welche auf den Adern der Blattunterseite entspringen und wahrscheinlich in ähnlicher Weise den zarten Blättern zum Schutze dienen, wie z. B. die Drüsenhaare, welche bei der Entwickelung der Keimblätter junger *Asplenium*-Pflänzchen in ganz bestimmter Anordnung und Aufeinanderfolge von einzelnen Zellen des in der Entwickelung begriffenen Mesophylls ihren Ursprung nehmen. Bei vielen *Trichomanes*-Arten, z. B. *T. labiatum* Jenm. (Fig. 70 *C*) u. s. w. ist der Blattrand zwischen den Endigungen der Blattadern mit Gruppen eigentümlicher, dem Schutze des Blattrandes dienender Dornhaare besetzt, welche an ihrer Basis stark zurückgekrümmt sind, so dass sie von der Blattfläche nicht abstehen (Fig. 70, *C*). Andere *Trichomanes*-Arten, z. B. *T. membranaceum* führen an Stelle dieser Dornen eigentümliche, eingerollte Schuppen (Fig. 70, *E*). — Auch dadurch, dass die Zellreihen in der Nähe des Blattrandes mit auffallend stark verdickten Wänden versehen sind (z. B. *Hymenophyllum Cheesemani* Baker), erhalten die Blätter eine erhebliche Festigung, denn der starke Saum von Randzellen hält das Gewebe wie in einem festen Rahmen glatt ausgespannt und schützt es vor Zerstörung. Bei *Trichomanes reniforme*, dessen Blattparenchym aus vier Zellschichten gebildet wird, ist der Blattrand von einem Polster von Zellen eingenommen, welche etwas gestreckt sind und stark verdickte Wände haben.

Bei mehreren Arten findet man eine papillenförmige Ausstülpung der äußeren Wände des Blattparenchyms, so dass eine erhebliche Flächenvergrößerung der Zellen erfolgt, welche die Ausbildung möglichst vieler Chlorophyllkörner in den Zellen gestattet. Am eigenartigsten gestaltet sich infolge dessen das Blatt von *Hymenophyllum Malingii* Mett. (Fig. 70, *F*), welches gar keine Blattfläche entwickelt. Die Assimilation ist hier auf die Zellen beschränkt, welche die fiederförmig verzweigten Blattadern bedecken. Jede dieser Zellen ist zu einer langen cylindrischen Papille ausgewachsen, deren Wand dicht mit Chlorophyllkörnern belegt ist. Die Papillen auf der stärker beleuchteten Blattoberseite sind etwas länger, als diejenigen der Unterseite. Auf der Blattoberseite gewähren große Sternhaare, welche von einem an der papillenartigen Basis der Blattzellen stehenden Stiele getragen werden und sich über die letzteren ausbreiten, einen Schutz gegen äußere Einflüsse sowohl als gegen eine allzustarke Verdunstung (Fig. 70, *F*).

Bei den Hymenophyllaceen finden wir außerdem mehrfache Einrichtungen, welche eine direkte Wasseraufnahme in die Zellen des Blattes ermöglichen. Unter anderem beobachten wir, dass ein Wassertropfen, welcher auf dem Blatte anderer Pflanzen längere Zeit in ähnlicher Weise wie ein Quecksilbertropfen auf einer Glasplatte liegen bleibt, und bei der geringsten Bewegung abgeschüttelt wird, hier sich auf der Oberfläche des Blattes verteilt. Da nun die Außenwände der Zellen zart und durchlässig sind, die Seitenwände aber, welche verdickt sind, eine Anzahl Tüpfel führen, d. h. dünnere Membranstellen, so werden auch die weiteren osmotischen Vorgänge hierdurch erleichtert. Auch die z. T. sehr dichten Haarbekleidungen der Organe dienen offenbar vielfach dazu, dass das Wasser des Taues oder Regens von den Pflanzen festgehalten wird. Alle diese Einrichtungen werden aber namentlich bei den einfachsten wurzellosen Formen von der größten Bedeutung, da die Leitbündel derselben so reduciert sind, dass sie einer irgendwie ausgiebigen, für die ganze Pflanze genügenden Wasserleitung kaum dienstbar sein können. Daher sind z. B. bei einigen Arten der *Hemiphlebium*-Gruppe in der Gattung *Trichomanes* die Haargruppen einander so nahe gerückt, dass sie seitlich übereinander greifen und so ein festes und dichtes Gitterwerk über der Blattfläche bilden, unter welchem eine hinreichende Wassermenge sich ansammeln kann.

Der Sorus der Hymenophyllaceen wird am Ende einer Blattader angelegt und steht am Rande des Blattes, ohne weder der Oberseite, noch der Unterseite derselben anzugehören. Die Sporangien nehmen ihren Ursprung von einem mehr oder weniger säulenförmigen, über die Blattsubstanz hinausreichenden Receptaculum, welches die direkte

Fortsetzung der Blattader bildet und von einer die Sporangien bedeckenden Hülle, dem sog. Indusium umgeben wird (Fig. 73). Das letztere wird entweder von zwei unter sich völlig gleichen Lappen gebildet, welche an der Ober- und Unterseite des Blattes entstehen (*Hymenophyllum*-Arten), oder es erhält direkt die Form eines Bechers (*Trichomanes*), welcher an seinem freien Rande in einen den beiden Lappen entsprechenden zweilippigen Saum endigt. Aus diesem Becher reicht das Receptaculum oft weit hinaus, namentlich, wenn es, wie z. B. bei *Trichomanes*-Arten über den Sporangiumstand hinaus peitschen- oder fadenförmig verlängert ist. Die Indusien sind als Schutzapparate der Sori zu betrachten; bei *Trichomanes* pflegt im unteren Teile des Indusiums ein von Parenchym beiderseits überkleideter Sklerenchymmantel aufzutreten. Das Indusium ist auch in ähnlicher Weise wie das Peristom der Mooskapsel hygroskopisch; es bleibt daher während der Entwickelung der Sporangien geschlossen und öffnet sich erst allmählich bei der Reife derselben, wenn es nebst dem Sorus zu vertrocknen beginnt.

Bei der Anlage des Sorus ändert sich zunächst der bisherige Teilungsmodus eines Teiles des im Wachstum begriffenen Blattrandes, und es treten in den Randzellen, welche das Ende der Blattader bilden, successive mehrere der Blattfläche parallele

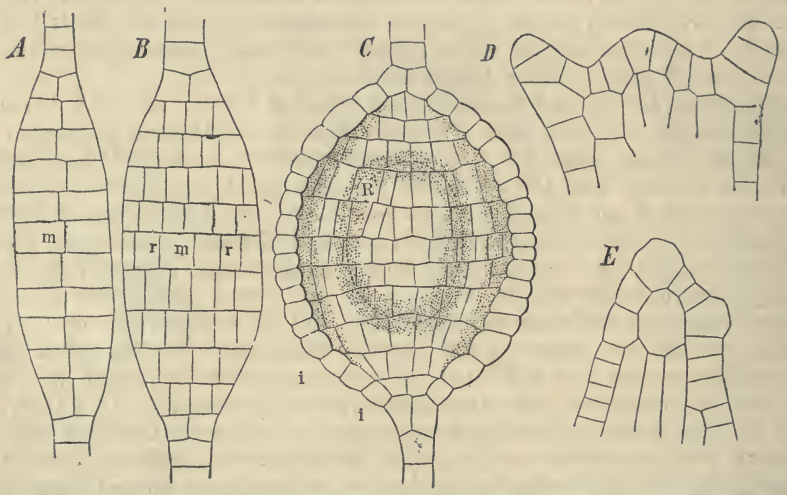


Fig. 71. Anlage des Sorus von *Trichomanes radicans* Sw. — *A—C* Scheitelansichten dreier aufeinander folgender Entwickelungsstadien, nach Prantl: *R* das Receptaculum; *i* Indusium; *D* Längsschnitt von *C*. *E* Optischer Längsschnitt des kegelförmig hervorgewölbten Receptaculums mit der Anlage des ersten Sporangiums (*Sp*). Vergr. 150.

(perikline) Teilungswände auf. Hierdurch wird diese Stelle des Blattrandes, also das Ende der Blattader mehrschichtig (Fig. 71, *A* und *B*). Der Dickenzunahme des Aderendes folgt die Hervorwölbung des Receptaculums, zu dessen beiden Seiten auch sehr bald das Indusium emporwächst (Fig. 71, *C* und *D*). Gleichzeitig mit diesen Wachstumsvorgängen, oder kurz darauf, nachdem das Receptaculum sich kegelartig erhoben hat, erfolgen an demselben auch bereits die Anlagen der ersten Sporangien, welche zuerst nahe dem Scheitel des Receptaculums stattfinden (Fig. 71, *E*), aber niemals den Scheitel des Receptaculums selbst einnehmen. Die Entwickelung des Sporangiums erfolgt alsdann im wesentlichen in derselben Art und Weise wie bei dem oben beschriebenen typischen Sporangium der Eufilicineen. Die weiteren Anlagen finden in basipetaler Folge statt, so lange das Receptaculum nicht in die Form des Dauergewebes übergegangen ist. Nach der Ausbildung der ersten Sporangien erfolgen zunächst nur intercalare Teilungen in dem emporwachsenden Receptaculum; in den centralen Teilen derselben beginnt darauf allmählich die Differenzierung des Gewebes, welche an die acropetal fortschreitende Bündelentwickelung der Blattader anschließt. Auch in dem Indusium, welches gleich-

zeitig mit dem Receptaculum rings um dasselbe sich erhebt, wird in den beiden Berührungspunkten mit dem Blatte schon sehr früh je ein Leitbündel angelegt. Dasselbe erhält allerdings nur eine rudimentäre Entwickelung, durchzieht aber dennoch je eine Seitenkante des Indusiums fast der ganzen Länge nach und erhielt bereits von Mettenius die auch später benutzte Bezeichnung »Schenkelstrang«.

Die reifen Sporangien (Fig. 72) weichen dadurch von denen der Polypodiaceen ab, dass sie sehr kurz oder gar nicht gestielt sind, und der Annulus ziemlich vollständig

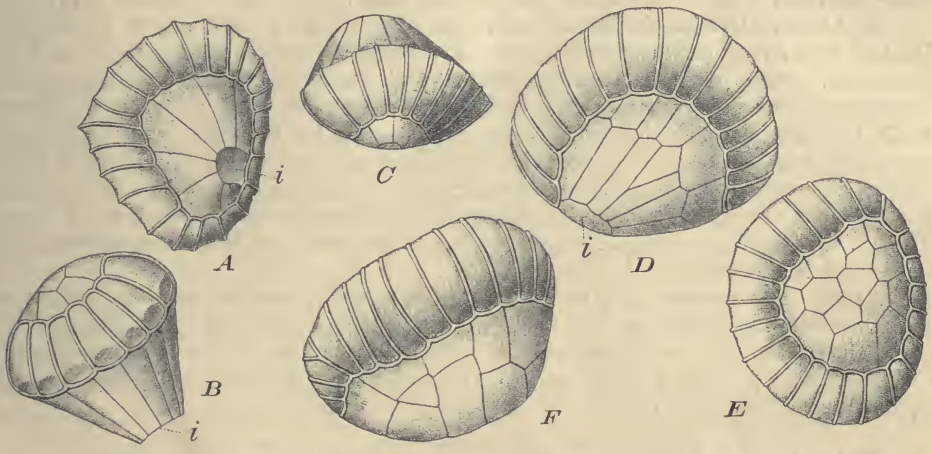


Fig. 72. Sporangien von Hymenophyllaceen in verschiedenen Orientierungen. — *A—C Trichomanes membranaceum* L., etwa 150 mal vergr. — *D—F Hymenophyllum tunbridgense* Sm., etwa 100 mal vergr. — Original.

ausgebildet ist; nur am Stomium sind die Zellen des Annulus in der Regel etwas kleiner. Auch die Lage des Annulus ist eine andere, als bei den Polypodiaceen. Während die Sporangiumwand der letzteren durch den vertical nach dem Stiele zu verlaufenden Annulus halbiert wird, verläuft der Annulus der Hymenophyllaceen horizontal oder schief und teilt das Sporangium meist in zwei ungleich große Teile. Bei den ungestielten Sporangien erscheint der größere dieser beiden Teile oft etwas zu einem Kegel- oder Pyramidenstumpf ausgezogen und ist mit der abgestumpften, meist nur sehr kleinen Fläche dem Receptaculum inseriert.

Nicht jede Blattader besitzt die Fähigkeit, an ihrem Ende fertil zu werden, sondern es findet (nach Prantl) bei den Arten der Gattung *Trichomanes* eine gewisse Regelmäßigkeit in der Anordnung der fertilen Adern statt. Dieselbe tritt in zwei Modifikationen auf, der sog. paratacten und der epitacten Stellung der Sori, und steht im Zusammenhange mit der katadromen und der anadromen Aderung des Blattes (man vergl. S. 55). Die paratacte Stellung beruht im wesentlichen darauf, dass die Anordnung der Sori in inniger Beziehung zur sympodialen Ausbildung des Blattes steht, derart, dass die geförderte Gabelader stets steril bleibt und die Scheinachse fortsetzt, während der geminderte Gabelast mit einem Sorus abschließt. Bei der epitacten Anordnung dagegen übernimmt die geförderte Gabelader nicht allein die Fortsetzung der Scheinachse, sondern auch die Bildung des Sorus, welche der weiteren Entwickelung der Scheinachse eine Grenze setzt. Nur in einem einzigen Falle, nämlich bei *Trichomanes reniforme* Forst., sind die Sori der *Trichomanes*-Arten nach Prantl nicht an bestimmte Adern gebunden; sie sind daher zweckmäßig als Sori pantotacti zu bezeichnen. Aber auch in der Gattung *Hymenophyllum* ist die Architektur des Blattes nicht so ausgeprägt, wie bei *Trichomanes*, vielmehr findet man bei den *Hymenophyllum*-Arten meistens die pantotacte Anordnung der Sori mit einer mehr oder weniger hervortretenden Tendenz zur paratacten, nur sehr selten dagegen zur epitacten Anordnung.

Geographische Verbreitung. Das Centrum der geographischen Verbreitung ist in den Tropen, wo die Hymenophyllaceen namentlich an feuchten Waldstellen der Gebirge in einer beträchtlichen Anzahl teils epiphytischer, teils terrestrischer Arten und Formen hervortreten. Das durch seinen Reichtum an Farnen ausgezeichnete Neuseeland bildet für die Hymenophyllaceen fast ein zweites Centrum und birgt außer einer sehr großen Anzahl tropischer Arten auch einige ihm eigentümliche Formen. Es sind dies *Hymenophyllum pulcherrimum* Colenso, *H. Malingii* Mett., *Trichomanes reniforme* Forst., während andere Arten außer auf Neuseeland nur noch in Australien gefunden werden, wie z. B. *Hymenophyllum flabellatum* Lab., *H. marginatum* Hook., *Trichomanes venosum* R. Br.

Nur wenige Hymenophyllaceen verbreiten sich von den Tropen bis in die kälteren Länder, wie *Hymenophyllum tunbridgense* Sm., welches bis nach Mitteleuropa und Südnorwegen, sowie bis zur Magelhaensstrasse und den Falklandsinseln vordringt, und *Trichomanes radicans*, welches noch in Westirland gefunden wird, während *Tr. Petersii* A. Gr. bis jetzt nur in Nordamerika, an einem Wasserfall bei Winston County in Alabama beobachtet wurde. Dagegen dringen *Hymenophyllum polyanthos* Sw., *H. Wrightii* V. D. B., *Trichomanes parvulum* Poir., *T. auriculatum* Blume, *T. rigidum* Sw., *T. bipunctatum* Poir. nur bis Japan vor, auf der südlichen Halbkugel *Hymenophyllum polyanthos* Sw., *H. rarum* RBr., *H. caudiculatum* Mart., *H. hirsutum* Sw., *H. magellanicum* Willd. und *H. secundum* Hook. noch bis Südchile.

Sehr bemerkenswert sind einige antarktische Arten, welche von dem südlichsten Teile des südamerikanischen Festlandes nach Norden nur bis Südchile vordringen; es sind dies *Hymenophyllum pectinatum* Cav., *H. fuciforme* Sw., *Trichomanes caespitosum* (Gaudich.) Hook., letztere auch auf den Falklandsinseln, während die Verbreitung des *Hymenophyllum cruentum* Cavan. nur auf Südchile beschränkt ist.

Einteilung der Familie.

Prothallium fadenförmig, Indusium röhren- oder krugförmig . . . . . 1. **Trichomanes.**
Prothallium flächen- oder bandförmig, Indusium 2-klappig . . . . **2. Hymenophyllum.**

1. **Trichomanes** Sm. Prothallium fadenförmig, mitunter mit seitlichen Flächensprossen, deren Randzellen indessen wieder fadenartig auszuwachsen vermögen. Antheridien an den Prothalliumfäden, oft zu ganzen Antheridienständen vereinigt; nur seltener dagegen an Prothalliumflächen. Archegonien auf besonderen kleinen Zellkörpern, Archegoniophoren, welche entweder aus Prothalliumfäden durch Umbildung eines kurzen Fadenastes hervorgehen, oder an Prothalliumflächen, und zwar sowohl direkt aus den Randzellen derselben oder auf — meist sehr kurz bleibenden — Fäden, welche aus den Randzellen entstehen. Sehr häufig ist die ungeschlechtliche Vermehrung der Prothallien durch oft vielgliedrige fadenförmige Brutknospen. Mit und ohne Wurzeln. Rhizom dorsiventral oder radiär. B. einfach oder zusammengesetzt. Indusium krug- oder röhrenförmig. Receptaculum an der Spitze oft weit über den Sorus verlängert.

I. Laubblätter und Sporophylle nicht verschieden.

Sect. 1. B. ungeteilt bis fiederspaltig, im Knospenzustande nicht eingerollt, mit Scheinadern. Fast immer ohne Wurzeln. »Stellung der Sori epitact« (Prantl). Indusium krugfg., mehr oder weniger zweilappig. *Hemiphlebium* der meisten Autoren. — **A.** Blattadern entweder durchweg oder wenigstens bei den sterilen B. fächerartig ausgebildet. — **Aa.** Blattrand kahl. — **Aaα.** B. schildfg., Blattrand nicht von Adern umsäumt: 1. *T. peltatum* Bak. B. parenchym einschichtig, Samoa, Neucaledonien. — 2. *T. Hildebrandtii* Kuhn, B. parenchym mehrschichtig, Comoren. — **Aaβ.** B. nicht schildfg. — **AaβI.** B. ohne Randadern: 3. *T. Motleyi* Bosch. Südasien, Neucaledonien. — **AaβII.** B. mit Randadern: 4. *T. cuspidatum* Willd., äußerst polymorph, mit mehr oder weniger langen Blattstielen. Mascarenen. — **Ab.** Blattrand mit in Gruppen angeordneten Dornhaaren besetzt. B. nicht schildfg.: 5. *T. Godmani* Hook. Centralamerika. — 6. *T. orbiculare* Christ, Südbrasilien. — 7. *T. Goebelianum* Giesenhagen, Venezuela. — 8. *T. punctatum* Poir., trop. Amerika. — 9. *T. reptans* Sw. (syn. *T. sphenoides* Kze.), trop. Amerika. — **Ac.** Blattrand mit Schuppen besetzt, B. nicht schildfg. 10. *T. membranaceum* L. (Fig. 70, *E*), trop. Amerika. — **B.** B. bis zur Spitze oder bis nahe zu derselben von

einer Mittelrippe durchzogen. — **Ba.** Blattrand kahl. — **Baα.** Mit Randadern: 11. *T. Hookeri* Presl, in den Tropen verbreitet. — **Baβ.** Ohne Randadern: 12. *T. Henzaianum* Parish; Moulmein, Pegu. — **Bb.** Mit in Gruppen angeordneten Dornhaaren besetzt: 13. *T. labiatum* Jenm. (syn. *T. microphyllum* Giesenhagen), Comoren. 14. *T. muscoides* Sw. In den Tropen verbr. (Sehr polymorph, daher in mehreren Varietäten, als solche z. B. *T. Pabstianum* C. Müller, fächerfg. verzweigt, Südbrasilien und La Plata-Staaten, *T. sublimbatum* C. Müll., *T. Lenormandi* Bont., *T. erosum* PB.; *T. bimarginatum* V. D. B. u. a.) 15. *T. exiguum* Beddome, Indien. 16. *T. Petersii* A. Gr., Nordamerika. 17. *T. pusillum* Sw., trop. Amerika und Natal. (Hierher: *T. quercifolium* Hook. et Gr., Südafrika; *T. pinnatinervum* Jenm., Südamerika.) 18. *T. viridans* Mett., Indien. 19. *T. Krausii* Hook. et Gr., trop. Amerika. 20. *T. subsessile* Mett., trop. Westafrika.

Sect. 2. B. ungeteilt, nierenförmig. Adern fächerartig sich ausbreitend. Ohne Scheinadern. Rhizom dorsiventral. Mit Wurzeln. Stellung der Sori pantotact. Indusium glockenförmig. (*Cardiomanes* Presl.) — 21. *T. reniforme* Forst. (Fig. 73, *A*), Neuseeland.

Sect. 3. B. handförmig geteilt, selten mit Scheinadern. Rhizom dorsiventral. Stellung der Sori paratact. (*Gonocormus* V. D. B.). — **A.** Mit Dornhaaren am Blattrande, welche nicht in Gruppen angeordnet sind, höchstens einzelne, kleine Haare: 22. *T. parvulum* Poir., China, Japan, südasiatische Inseln, polynesische Inseln, Madagaskar, Comoren. (Hierher gehört wahrscheinlich auch *T. rupicolum* Raciborski.) 23. *T. saxifragoides* Presl, Java, Philippinen, Neuirland, Fiji. (Hierher gehört auch *T. minutum* Bl.) 24. *T. Mannii* Hook., Fernando Po. 25. *T. proliferum* Bl., Ostindien und südasiatische Inseln. 26. *T. assimile* Mett., Aneiteum. 27. *T. concinnum* Mett., Tahiti. — **B.** Mit in Gruppen angeordneten Dornhaaren am Blattrande: 28. *T. Armstrongii* Bak., Neuseeland. 29. *T. digitatum* Sw., Mascarenen, südasiatische Inseln, polynesische Inseln. (Sehr polymorph; als Varietäten sind zu betrachten: *T. flabellatum* Bory, *T. ampliatum* Mett., *T. dichotomum* Kze., *T. nitidulum* V. D. B., *T. palmatifidum* C. Müll.) 30. *T. calvescens* V. D. B., Neusüdwales. 31. *T. nanum* V. D. B. (syn. *T. Kurzii* Beddome), Indien. — **C.** Blattrand mit langgestielten, zweistrahligen Sternhaaren besetzt, deren Strahlen sehr schmal, lang und gegliedert sind: 32. *T. Lyallii* Hook. (Fig. 73, *C*), Neuseeland.

Sect. 4. B. mehr oder weniger tief fiederspaltig, aber nicht wirklich gefiedert, außer mitunter bei den untersten Segmenten. Ohne Scheinadern. Mit Wurzeln. Sorusstellung epitact. (*Ptilophyllum* V. D. B. emend. und *Didymoglossum* V. D. B. z. T.) — **A.** Rachis überall deutlich geflügelt. — **Aa.** Rhizom dorsiventral. — **Aaα.** B. behaart. 33. *T. polypodioides* (L.) (syn. *T. sinuosum* Rich.). Blattrand und Adern mit Sternhaaren besetzt, deren Strahlen sehr lang sind. Trop. Amerika. (Hierher gehören: *T. Lindbergii* Mett., Brasilien, *T. Puigarii* Glaziou, Brasilien.) 34. *T. arbuscula* Desv. (syn. *T. Bancroftii* Hook. et Gr.). Nur auf den Adern Borstenhaare. Trop. Amerika. (Hierher *T. bicorne* Hook.) 35. *T. trigonum* Desv. (syn. *T. Kaulfussii* Hook. et Gr.). Blattrand und Adern mit Borstenhaaren besetzt. Trop. Amerika. 36. *T. intramarginale* Hook. et Gr. Blattrand mit Borstenhaaren. Ceylon. 37. *T. pallidum* Bl. Blattunterseite mit bläulich-weißem Wachsüberzuge. Am Blattrande sowohl wie auf der Blattfläche mit spärlichen, feinen Haaren. Südasien, Polynesien, Neucaledonien. (Hierher gehört: *T. glaucofuscum* Hook., Philippinen, *T. Braunii* V. D. B., Südasien, *T. album* Bl., Neucaledonien, Unterseite der Blattfläche mit zahlreichen, oft zweistrahligen Borstenhaaren). — **Aaβ.** B. kahl. 38. *T. latemarginale* Eaton, Hongkong. 39. *T. humile* Forst., Java, Polynesien, Neuseeland. (β. *T. Endlicherianum* Presl, mit sehr schmalen Blattsegmenten.) 40. *T. pedicellatum* Desv. (syn. *T. brachypus* Kze.). Hauptadern mitunter etwas behaart. Sorus an der über den Blattrand weit verlängerten und meist bogenförmig zurückgekrümmten Blattader. Antillen, trop. Südamerika. 41. *T. Ankersii* Parker, ebenda, desgl. var. *tanaïcum* Hook. (als Art). — **Ab.** Rhizom radiär. 42. *T. alatum* Sw. Blattrand und Adern mit zweistrahligen Borstenhaaren. Antillen und trop. Südamerika. — **B.** Rachis nicht überall deutlich geflügelt. — **Ba.** B. kahl. Rhizom dorsiventral. 43. *T. bipunctatum* Poir. (syn. *T. Filicula* Bory) Japan, trop. Asien, Polynesien, Mascarenen, Madagaskar, Süd- und Westafrika, Mexiko. (Hierher gehören als Varietäten: *T. capillatum* Tasch., mit etwas feinerem Laub als bei der Hauptart, Japan, Java, Südafrika. *T. insigne* V. D. B., Südasien. *T. bilabiatum* Bl., Südasien, Polynesien. *T. striatum* Mett., Südasien, Polynesien. *T. latealatum* V. D. B. (syn. *T. acutilobum* Mett.), Südasien. *T. Griffithii* V. D. B., Südasien. *T. melanotrichum* Schlechtend., Südasien, Südafrika, Mascarenen. *T. Draytonianum* V. D. B. Südasien. *T. latifrons* V. D. B., Südasien.) 44. *T. pyxidiferum* L. Fast überall in den Tropen. Mitunter mit vereinzelten Haaren. Entweder keine oder schwach ausgebildete Scheinadern. (Hierher als Varietäten: *T. diaphanum* H. B. K. (syn. *T. eximium* Kze.), Anden von Südamerika. *T. borbonicum* V. D. B., Mascarenen. *T. Cumingii* V. D. B., Südamerika. *T. Philippianum* Sturm, Südamerika. *T. brasiliense* Desv. (syn. *emarginatum* Pr.), Mexiko, Brasilien. *T. Schmidianum* Kze., Ostindien. *T. cavifolium* C. Müll., Mexiko, Antillen,

Fig. 73. *Trichomanes* Sm. Habitus: *A T. reniforme* Forst.; *B T. membranaceum* L.: *a* steril, *b* fertil; *C T. Lyallii* Hook.: *a* steril, *b* fertil; *D T. spicatum* Hedw. (Original.)

Südamerika. *T. olivaceum* Kze., mit krauser Flügelung der Rachis und mit deutlicher Scheinader, nördl. Südamerika, Mexiko. *T. Vieillardi* V. D. B., Neucaledonien, und *T. Milnei* V. D. B. (syn. *caudatum* Brack.), Polynesien, Australien. 45. *T. radicans* Sw. (syn. *T. speciosum* Willd.). Blattstiel etwas spiralig gedreht und schwach geflügelt, Rachis etwas deutlicher geflügelt, westl. Irland, Madeira, Canarische Inseln. In Amerika von Alabama bis Brasilien, auch auf den Antillen. Im trop. Afrika verbreitet, Japan, Südasien, Polynesien. (Hierher gehören: *T. Kunzeanum* Hook. (syn. *T. scandens* Hedw. non L.), *T. davallioides* Gaud., *T. Antillarum* V. D. B., *T. umbrosum* Wall. Rachis wenig geflügelt. *T. Luschnathianum* Presl (syn. *T. venustum* Desv.) B. sitzend oder fast sitzend. *T. cyrtotheca* Hillebr., Sandwichinseln, *T. mexicanum* V. D. B., *collariatum* V. D. B. 46. *T. auriculatum* Bl. B. sitzend oder fast sitzend, das erste innere Segment ist größer als die anderen. Mittelader nicht deutlich ausgebildet. Südasien und Guiana. (Hierher gehört: *T. dissectum* J. Sm.). 47. *T. denticulatum* Bak. (syn. *T. praetervisum* Christ), Sunda- und polynesisches Gebiet. 48. *T. venosum* RBr. Eine sehr zarte Pflanze. Australien, Neuseeland. — **Bb.** B. behaart, Rhizom radiär. 49. *T. crispum* Sw. Die unteren Segmente sind mitunter gestielt, also als wirkliche Fiederchen aufzufassen. Trop. Amerika, Westafrika. (Hierher gehören alle einfach gefiederten Arten der Sect. *Achomanes* V. D. B., also: *T. fastigiatum* Sieb., *T. accedens* Pr., *T. pellucens* Kze., *T. cristatum* Kaulf., *T. pilosum* Raddi, *T. Martiusii* Pr., *T. Plumula* Pr., *T. plumosum* Kze., *T. Haenkeanum* Pr., *T. Sellowianum* Pr., *T. eriophorum* Pr.) 50. *T. crinitum* Sw. B. dopp. fiederspaltig, Segmente tief eingeschnitten. Trop. Amerika. 51. *T. lucens* Sw., ähnlich der vorigen, aber der Blattrand und die Blattadern dicht mit rotbraunen Haaren besetzt. Trop. Amerika. 52. *T. Lambertianum* Hook. Die Segmente sind sehr gedrängt und viel stärker behaart, als bei den beiden vorigen Arten. Die Haare dienen hier in ähnlicher Weise wie diejenigen der *Jamesonia* zum Schutz gegen die Unbilden des Wetters. Anden von Peru.

Sect. 5. B. deutlich gefiedert. Sorusstellung meist paratact. *Eutrichomanes* emen. — **A.** Einfach gefiedert. — **Aa.** Rhizom dorsiventral: 53. *T. caespitosum* (Gaudich.) Hook. (syn. *Serpyllopsis antarctica* V. D. B.). Fiedern klein, oval, ganzrandig, mit den Flächen horizontal gestellt, Stiel und Adern mit roten Haaren besetzt, sonst kahl, Rand etwas zurückgebogen. Indusium behaart, zweilippig, Lippen gezähnt. Südchile, Cap Horn, Falkland. — **Ab.** Rhizom radiär: 54. *T. javanicum* Bl. Fiedern gezähnt, oft ohne deutliche Mittelader, mit etwas fächerartig sich ausbreitenden Adern, wenig behaart oder kahl. Südasien, Polynesien, Madagaskar. (Hierher gehören: *T. atrovirens* Pr., Südasien, *T. Boryanum* Kze., südasiatische Inseln, Polynesien, *T. singaporeanum* V. D. B., Südasien, *T. madagascariense* V. D. B., Madagaskar.) — 55. *T. pinnatum* Hedw. (syn. *floribundum* H. B. K.). B. gezähnt, oft nur mit wenigen Fiedern, mit deutlicher Mittelader. Blattrand von Adern umsäumt, zwischen den Adern der Blattfläche Anastomosen von Scheinadern. Trop. Amerika, von Mexiko, Jamaika bis nach Brasilien und Peru. (Hierher gehört: *T. Hostmannianum* Kze. und *T. Vittaria* DC., bei letzterer ist nur die Endfieder entwickelt, die Seitenfiedern nicht.) — **B.** B. zusammengesetzt, doppelt bis dreifach gefiedert oder die Fiedern tief fiederspaltig. — **Ba.** Rachis schmächtig, schlaff, überhängend. — **Baα.** Rhizom dorsiventral. 56. *T. Beckeri* Krause. Blattstiel und Rachis unterbrochen gefiedert. Chile. 57. *T. brevipes* Presl., Philippinen. 58. *T. caudatum* Brack., Polynesien. (Hierher gehört: *T. flavo-fuscum* V. D. B., Hebriden, Neucaledonien.) 59. *T. angustatum* Carm. B. doppelt gefiedert. Trop. Amerika, Tristan d'Acunha. (Hierher gehören: *T. tenerum* Spr. und *T. fulvum* Kl.) 60. *T. exsectum* Kze., Chile, Juan Fernandez. 61. *T. Colensoi* Hook. fil., Neuseeland. 62. *T. capillaceum* L. (syn. *T. trichoïdeum* Sw.). B. dreifach gefiedert, Rachis und Segmente fadenfg. Trop. Amerika. — **Baβ.** Rhizom radiär. 63. *T. Smithii* Hook., Philippinen. — **Bb.** Rachis kräftig, nicht schlaff überhängend. — **Bbα.** Rhizom dorsiventral. 64. *T. scandens* L. (syn. *T. macroclados* Kze.), Mexiko, Antillen. 65. *T. giganteum* Bory, Comoren, Mascarenen, malaiischer Archipel, Fiji. 66. *T. maximum* Bl., Südasien, Polynesien. 67. *T. brachyblastos* Mett., Peru. 68. *T. hispidulum* Mett., Borneo. — **Bbβ.** Rhizom radiär. 69. *T. rigidum* Sw. Der Aufbau der Pflanze erinnert an denjenigen des *Asplenum Adiantum nigrum* L. Im ganzen Tropengürtel. (Hierher gehören: 1) Amerikanische Formen: *T. Mandioccanum* Raddi, *T. compressum* Desv., *T. daucoides* Pr. 2) Formen Afrikas und der Mascarenen: *T. Dregei* V. D. B., *T. stylosum* Poir. (syn. *T. achilleaefolium* V. D. B.), *T. tamarisciforme* Jacq, *T. obscurum* Bl., *T. Boivini* V. D. B., *T. cupressoides* Desv. 3) Südasiatische Formen: *T. papillatum* C. Müll., *T. millefolium* Presl, *T. dentatum* V. D. B.). 4) Polynesische Formen: *T. marginatum* Mett. 5) Neuseeländische Formen: *T. pumilum* V. D. B., *T. leptophyllum* Cunn. (syn. *T. Grayi* V. D. B.), *T. elongatum* Cunn. (auch auf den Neuhebriden), *T. longicollum* V. D. B., *T. strictum* Menz. 6) Australische Formen; *T. cartilagineum* V. D. B.) 70. *T. Bauerianum* Endl. (syn. *T. apiifolium* Pr., *T. meifolium* V. D. B., *T. exaltatum* Brack.), Südasien, Polynesien. 71. *T.*

elegans Rich. (syn. *T. Prieurii* Kze.), trop. Südamerika. 72. *T. gemmatum* J. Sm. (syn. *T. cellulosum* Kl.), trop. Südamerika, Südasien, Polynesien. (Hierher gehört: *T. setigerum* Bacht., Borneo, ob auch *T. longisetum* Bory?) 73. *T. ericoides* Hedw., Südasien, Polynesien, Mascarenen. 74. *T. Pluma* Hook., Malaiische Inseln. 75. *T. trichophyllum* Moore, Borneo, Neucaledonien. 76. *T. parviflorum* Poir. (syn. *T. foeniculaceum* Bory), Borneo, Australien, Mascarenen.

II. Laubblätter und Sporophylle verschieden, letztere eine zweizeilige Ähre bildend. (*Feea* Auct.).

A. Rhizom dorsiventral. 77. *T. heterophyllum* H.B.K. Laubb. einfach gefiedert bis fiederspaltig. Trop. Südamerika. (Hierher gehören: *T. Spruceanum* Hook., *T. Humboldtii* V.D.B.) — **B.** Rhizom radiär. 78. *T. spicatum* Hedw. Laubb. fiederspaltig bis gefiedert (Fig. 73, *D*), trop. Südamerika. (Hierher: *T. Mougeotii* V.D.B.) 79. *T. botryoides* Kaulf. Laubb. einfach gefiedert, oft mit lang ausgezogener, wenig oder nicht beblätterter Spitze, welche weithin kriecht und Adventivknospen entwickelt. Trop. Südamerika. 80. *T. diversifrons* Mett. (syn. *T. elegans* Rudge, *Feea Boryi* V.D.B.). Laubb. tief fiederspaltig, trop. Amerika. (Hierher: *T. dimorphum* Mett. Laubb. mit lang ausgezogener Spitze, an welcher mitunter Adventivknospen auftreten.)

2. **Hymenophyllum** L. Prothallien flächenartig oder bandförmig, im letzteren Falle wiederholt verzweigt, von hinten absterbend und sich durch die dadurch bedingte Isolierung vegetativ vermehrend. Zellscheidewände zwischen den benachbarten Prothalliumzellen in charakteristischer Weise getüpfelt. Haarwurzeln nicht einzeln, sondern gruppenweise. Antheridien nur am Rande oder nahe dem Rande des Prothalliums, Archegonien in nächster Nähe eines terminalen Meristems auf einem mehrschichtigen Gewebepolster, nicht selten mehrere solcher Archegoniengruppen auf einem Prothallium. Ungeschlechtliche Vermehrung der Prothallien durch Brutknospen und Adventivsprosse. Mit Wurzeln. Rhizom dorsiventral. B. einfach oder zusammengesetzt. Indusium 2-klappig. Receptaculum am Ende oft flächenartig verbreitert, nicht über den Sorus hinaus verlängert (Fig. 75, *D*).

I. Blätter ganzrandig, nicht gezähnt. (Fig. 74). (*Euhymenophyllum*).

Sect. 1. B. kahl. — **A.** B. einfach, ungeteilt (*Hymenoglossum* Presl). 1. *H. cruentum* Cav. (Fig. 74, *A*), Chile. — **B.** B. gabelig geteilt oder gabelig gespalten, dick umrandet (*Pachyloma* V.D.B.). 2. *H. marginatum* Hook. et Gr., mit kleinen, zarten B., Australien. 3. *H. asplenioides* Sw., trop. Amerika. 4. *H. brevifrons* Kze. (syn. *H. abruptum* Hook., trop. Amerika. 5. *H. bifarium* Mett. (syn. *H. mnioides* Bak.), Neucaledonien. — **C.** B. mehrfach gefiedert oder doppelt-fiederspaltig. — **Ca.** B. doppelt-fiederspaltig, seltener mehrfach gefiedert. — **Caα.** B. nicht kraus. 6. *H. rarum* RBr., Japan, Polynesien, Australien, Mascarenen, Südafrika, Südamerika. (Hierher: *H. microphyllum* Mett., Südamerika, *H. Herminieri* Mett., *H. apiculatum* Mett., Venezuela; ferner var. *Wrightii* V.D.B., Japan und vielleicht auch var. *imbricatum* Kze., Brasilien.) 7. *H. emersum* Bak. (syn. *tenellum* Kuhn), Ceylon, Mascarenen. 8. *H. ricciaefoliuu* Bory, Mascarenen. 9. *H. capillaceum* Rob., St. Helena. (Eine etwas zartere Form ist *H. infortunatum* Bory, St. Helena.) 10. *H. gracile* Bory, Polynesien, Mascarenen, Natal. 11. *H. axillare* Sw. (syn. *H. apicale* V.D.B.), trop. Südamerika. 12. *H. myriocarpum* Hook., trop. Amerika. 13. *H. Lehmanni* Hieron., trop. Südamerika. 14. *H. microsorum* V.D.B., Vorderindien. 15. *H. polyanthos* Sw. (syn. *H. protrusum* Hook.), überall in den Tropen. (Hierher *H. lophocarpum* Colens., *H. osmundoides* V.D.B. (syn. *H. acutum* Mett.), Ostindien, *H. sphaerocarpum* V.D.B., Ostindien, *H. integrum* V.D.B. (syn. *pycnocarpum* V.D.B.), Ostindien, Sundainseln, *H. Blumeanum* V.D.B., Sundainseln, *H. acrosorum* V.D.B., Sundainseln, *H. paniculiflorum* Presl, Sundainseln, *H. sanguinolentum* Sw., Neuseeland, *H. Kohautianum* Pr., Westindien, *H. trichomanoides* V.D.B., Südamerika, *H. pusillum* Schott, Südamerika, *H. Matthewsii* V.D.B. ined., Südamerika, und *H. clavatum* Sw., trop. Amerika). 16. *H. badium* Hook. et Gr., Malakka. 17. *H. demissum* Sw. (syn. *megalocarpum* Colens.), Südasien, Polynesien, Neuseeland. 18. *H. Baldwinii* Eaton, Sandwichsinseln. — Zu dieser Gruppe sind wahrscheinlich auch zu rechnen: 19. *H. recurvum* Gaud., Sandwichsinseln. 20. *H. caudiculatum* Mart., Südamerika und 21. *H. dilatatum* Sw. (Fig. 74, *B*), Neuseeland, Java, Polynesien; (Hierher gehören: *H. formosum* Brack., *H. Junghuhnii* V.D.B., *H. eximium* V.D.B. und *H. emarginatum* Sw.). *H. caudiculatum* und *dilatatum* werden von Prantl wegen des oben flächenartig verbreiterten Receptaculums zu der besonderen Sectio globosa vereinigt. — **Caβ.** B. wellig, kraus. 22. *H. crispum* H.B.K., (syn. *amoenum* Sturm), Philippinen; (Hierher: *H. polycarpum* Mett. und *H. Fendlerianum* Sturm, Südamerika.) 23. *H. undulatum* Sm., trop. Süd- und Mittelamerika. 24. *H. australe* Willd. (syn.

H. javanicum Spr., *H. fimbriatum* J. Sm., *H. flexuosum* Cunn., *H. crispatum* Wall., *H. daedaleum* Bl., *H. micranthum* V. D. B.) (Fig. 74; *C*), Südasien, Neuseeland, Australien. (Hierher gehören: *H. erosum* Bl., Java, *H. Reinwardtii* V. D. B., Java, *H. atrovirens* Col. (syn. *H. tasmanicum* V. D. B., Tasmanien.) 25. *H. salakense* Raciborski, Java. — **Cb.** B. schlank und oft lang ausgezogen, die untersten Segmente keilfg., oft mit etwas fächerartiger Aderung. 26. *H. flabellatum* Lab., Polynesien, Australien, Neuseeland, Auckland. (Hierher *H. Hookeri* Bory.) — **Cc.** B. schmal,

Fig. 74. *Hymenophyllum* L. Habitus: *A H. cruentum* Cav.; *B H. dilatatum* Sw.; *C H. australe* Willd. (Original.)

doppelt gefiedert, Segmente äußerst dünn, z. T. haarförmig. 27. *H. reniforme* Hook., Ecuador, Peru. 28. *H. Treubii* Raciborski, Java. — **Cd.** Große mehrfach gefiederte Formen mit z. T. etwas gebüschelten B. 29. *H. fuciforme* Sw., Chile, San Juan Fernandez. 30. *H. pulcherrimum* Col., Neuseeland. — **Ce.** B. nicht vollständig kahl, Haare aber meist abfallend. 31. *H. scabrum* A. Rich., Blattstiel in der Jugend mit aufwärts gerichteten Borstenhaaren, Neuseeland. 32. *H. exsertum* Wall. (syn. *macroglossum* V. D. B.), Vorderindien. (Hierher auch *H. fuscum* V. D. B., syn. *H. dipteroneuron* A. Br., Java, Japan.) 33. *H. Zollingerianum* Kze., Java.

Sect. 2. B. behaart. — A. B. ohne Lamellen oder Papillen. — Aa. Rachis ganz und gar geflügelt. 34. *H. hirsutum* Sw. (syn. *H. venustum* V. D. B., *H. angustum* V. D. B., *H. Raddianum* Müll., *H. intermedium* Mett.), Südamerika. (Hier als var.: *H. latifrons* V. D. B.). 35. *H. dicranotrichum* (Presl) Hook. (syn. *H. chiloënse* Hk.), Chile. 36. *H. ciliatum* Sw. (syn. *H. Plumieri* Hk. et Gr. und *H. Boryanum* Willd.), trop. Amerika, Afrika, Südasien, Neuseeland. (Hierher gehören: *H. trapezoidale* Lieben, sowie die Presl'schen Arten *H. apterum*, *H. remotum*, *H. surinamense*, *H. commutatum*, *H. Schiedeanum*, *H. splendidum*.) 37. *H. Ulei* Christ et Giesenhagen. An Felsen, Brasilien. Mit knollenförmigen, aber urnenartig vertieften Seitentrieben des fadenförmigen Rhizoms, welche zum Auffangen und Aufsaugen des Wassers dienen. 38. *H. microcarpum* Desv. (syn. *H. Beyrichianum* Kze., *H. organense* Hk.), trop. Südamerika. (Hierher *H. Lindigii* Mett.) 39. *H. valvatum* Hk. et Gr., trop. Südamerika. (Hierher gehört *H. pteropus* Mett. und die Van den Bosch'schen Arten *H. pteropodum*, *H. platylobum*, *H. Orbignyanum* und *H. divaricatum*.) 40. *H. interruptum* Kze., Mittelamerika und trop. Südamerika. (Hierher wohl auch *H. aequabile* Kze.) — Ab. Rachis nur oben geflügelt. 41. *H. obtusum* Hk. et Arn., Sandwichsinseln. 42. *H. aeruginosum* Carm. (syn. *H. aeruginosum*, α. Hk.), Tristan d'Acunha. (Hierher *H. rufum* Fée, Brasilien.) 43. *H. lanceolatum* Hk. et Arn., Sandwichsinseln. (Hierher vielleicht auch *H. aucklandicum* V. D. B.) 44. *H. subtilissimum* Kze. (syn. *H. aeruginosum*, β. Hk.), Neuseeland, Chile. (Hierher *H. Franklinianum* Colenso.) 45. *H. hirtellum* Sw., Mittel- und trop. Südamerika. (Hierher *H. crispatulum* V. D. B., Peru.) 46. *H. hygrometricum* Poir. (syn. *H. elasticum* Bory), Sechellen, Mascarenen. 47. *H. Lindeni* Hk. (syn. *H. spectabile* Moritz), Venezuela, Ecuador. 48. *H. Ruizianum* Kl. (syn. *H. pastoense* Hk.), Ecuador. —, Ac. Rachis nicht geflügelt. 49. *H. lineare* Sw., trop. Südamerika. (Hierher *H. elegans* Spr., *H. trifidum* Hk., *H. pendulum* Bory, sowie den Van den Bosch'schen Formen: *H. procerum*, *H. trichophyllum*, *H. Crügeri*, *H. Moritzianum*.) 50. *H. elegantulum* V. D. B. (syn. *H. pulchellum* Hook.), Columbien, Ecuador. — B. B. mit Papillen oder mit Lamellen, flügelartigen Auswüchsen des die Blattadern bedeckenden Gewebes, welche in der Textur dem Blattparenchym gleichen. 51. *H. Malingii* Mett., Neuseeland (man vergl. S. 100 und Fig. 70 *F*). 52. *H. sericeum* Sw., Mittelamerika und trop. Südamerika. (Außerordentlich polymorph. Karsten, fl. Columbiae II. p. 108 unterscheidet folgende Formen: I. Segmentis liberis: 1) *H. fusugasugense* Krst., parenchymate laevi, venis utrinque alatis (Fig. 75). 2) *H. tomentosum* Kze., parenchymate laevi, venis supra alatis. 3) *H. plumosum* Klf., parenchymate papilloso. — II. Segmentis adnatis: 4) *H. lobato-papillosum* Kl., venis subtus alatis. 5) *H. pyramidatum* Desv., foliis lineari-lanceolatis, venis utrinque alatis. 6) *H. sericeum* Sw., foliis elongato-oblongis, basi angustatis, venis utrinque alatis, indusiis longissime ciliatis. 7) *H. cubense* Sturm, foliis elongato-oblongis, basi angustatis, venis utrinque alatis, indusiis breviter ciliatis. — Außerdem gehören in diese Formenreihe noch: *H. Sturmii* Mett., *H. Karstenianum* Sturm, *H. pulchellum* Schlechtd., *H. speciosum* V. D. B. und *H. refrondescens* Sodiro. Ob diese zuletzt genannten Formen mit der einen oder der anderen der oben genannten 7 Formen identisch sind, wäre eventuell noch festzustellen.)

II. Blätter gezähnt. (*Leptocionium* Presl.)

A. Laub nicht kraus, eben. (In dieser Gruppe, deren B. mehr oder weniger zusammengesetzt sind, ist die in Baker's Synopsis gegebene Anordnung beibehalten worden, da in derselben die Arten mit den einfacheren bis zu den zusammengesetzteren B. in aufeinander folgender Reihe aufgeführt werden: 53. *H. tunbridgense* Sm. In tropischen Gebirgen und allen wärmeren Ländern mit Insularklima sehr verbreitet, auch in Europa an mehreren Orten, z. B. in der sächsischen Schweiz. (Hierher gehören: *H. Dregeanum* Presl, Südafrika, *H. dimidiatum* Mett., *H. antarcticum* Pr., *H. asperulum* Kze., *H. zeelandicum* V. D. B., ferner var. *achalense* Hieron., Argentinien, var. *cordobense* Hieron., Argentinien, letztere mit gezähnten Indusienlappen, var. *Wilsoni* Hk. (syn. *H. peltatum* (Desv.) Poir.). Zu der letzteren Varietät sind zu rechnen: *H. megachilum* Pr., *H. unilaterale* Bory, *H. cupressiforme* Lab., Neuseeland und Australien, *H. Menziesii* Pr., Falkland.) 54. *H. minimum* Rich., Neuseeland, Auckland. 55. *H. blandum* Raciborski, Java. 56. *H. Jamesonii* Hk., Columbien. 57. *H. barbatum* (V. D. B.) Bak., Japan. 58. *H. oxyodon* Bak., Tonking. 59. *H. secundum* Hk. et Gr. (syn. *H. Serra* Presl), Chile, Patagonien. 60. *H. Simonsianum* Hk. (syn. *H. haematochroum* Mett.), Ostindien. 61. *H. pectinatum* Cav., Chile. 62. *H. multifidum* Sw. (syn. *H. Feejense* Brack.), Neuseeland, Pacif.-Inseln. 63. *H. Mannianum* Mett. (syn. *H. triangulare* Bak.), Fernando Po. 64. *H. bivalve* Sw. (syn. *H. pyriforme* V. D. B.), Neuseeland. 65. *H. Deplancheï* Mett., Neucaledonien. 66. *H. Smithii* Hk., Südasien, Polynesien. (Hierher gehören die Bosch'schen Arten: *Leptocionium serrulatum*, *L. Preslii*, *L. holochilum*, sowie als Varietät β. *flaccidum* V. D. B. (als Art), Khasia (syn. der letzteren ist *H. khasianum* Bak.). 67. *H. fucoides* Sw., trop. Amerika. (Hierher gehören *H. spinulosum* H. B. K., *H. pedicellatum* Kze., *H. blepharoides* Pr., *H. cristatum* Hk., *H. peru-*

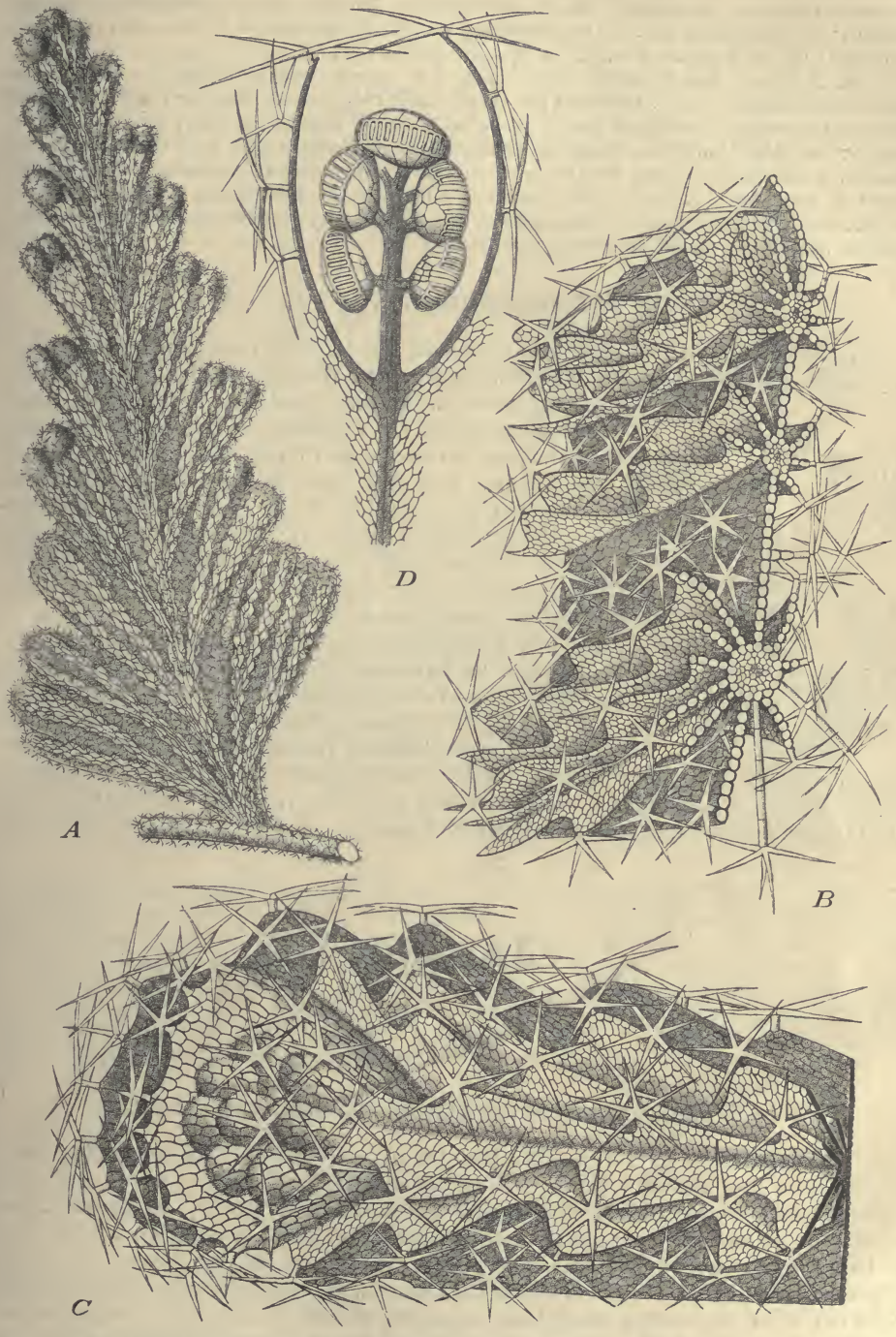


Fig. 75. *Hymenophyllum fusugasugense* Karst. *A* oberes fertiles Segment; *B* Teil eines Blattes; *C* Spitze eines fertilen Segments von oben; *D* Längsschnitt durch den Sorus. (Nach Karsten.)

vianum Hk. et Gr. und wahrscheinlich auch die beiden Bosch'schen Arten: *Leptocionium torquescens* und *L. aculeatum*). 68. *H. magellanicum* Willd., Chile, Südbrasilien. (Hierher gehören: *H. attenuatum* Hk., *H. magellanicum* V.D.B., *H. Bibraianum* Sturm, *H. Krauseanum* Philippi). 69. *H. dentatum* Cav., Chile (syn. *H. Bridgesii* Hk.).

B. B. kraus. **Ba.** Blattstiel mit krausen, z. T. unterbrochenen Flügeln. — **Baα.** Indusium nicht gezähnt. 70. *H. tortuosum* Hk. et Gr., Chile, Patagonien. (Hierher die Bosch'schen Arten: *Leptocionium seselifolium* und *L. dentatum.*) 71. *H. dichotomum* Cav., Chile, Juan Fernandez. — **Baβ.** Indusium stachelig gezähnt. 72. *H. Neesii* Hook., Südasien, Polynesien. (Hierher wahrscheinlich auch die Bosch'schen Arten: *Leptocionium acanthoides* und *L. Braunii*, sowie *L. aculeatum* Sw. und *L. brachyglossum* A.Br.) 73. *H. sabinifolium* Bak., Sundainseln. — **Bb.** Blattstiel mit schmalen, ganzrandigen und flachen, nicht krausen Flügeln. 74. *H. denticulatum* Sw., Java (Indusium wenig gezähnt.)

Fossile Hymenophyllaceae. Von H. Potonié.

1. **Hymenophyllites** Göpp. — Sporangien, die durchaus denen recenter Hymenophyllaceen gleichen, kommen im prod. Carbon vor, vielleicht schon (nach Renault 1896) im Culm. Bei den Resten aus dem prod. C. liegen die birnförmigen, mit vollständigem Querringe versehenen Sporangien vor den letzten Wedel-Elementen in Gruppen beisammen, also nicht mehr in organischem Zusammenhange mit den spreitigen Teilen, die ganz den Hymenophyllaceen-Habitus zeigen (Fig. 76), wie die nach sterilen Resten aufgestellten »Gattungen« *Rhodea* Presl (hierher *Hymenophyllites germanica* Pot.) und *Ovopteris* Pot. (hierher *Hym. quadridactylites* Fig. 76)*).

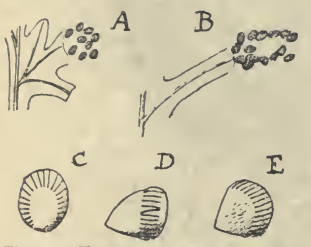


Fig. 76. *Hymenophyllites quadridactylites* (Gutb.) Zeill. *A* und *B* = Fiederchen in 9/1; *C*, *D* und *E* = Sporangien in 35/1. (Nach Zeiller.)

2. **Acrocarpus** Schenk (= *Hymenotheca* Pot.). — Habituell an Hymenophyllaceen erinnernde Wedelreste, deren letzte Wedel-Elemente am oder unmittelbar unter ihrem Gipfel je einen elliptischen oder kreisförmigen »Sorus« zeigen, kommen vom produktiven Carbon ab vor; sie gehören zu *Rhodea* und *Ovopteris*. Da der nähere Bau der Sori unbekannt ist, könnten solche Reste u. a. auch solche von Eudavallien sein, wie vielleicht (nach Raciborski 1891) diejenigen aus dem Jura von Grojec b. Krakau.

Anhang.

Von

L. Diels.

Nur mit Zweifel den Hymenophyllaceae anzuschliefsende Gattung.

Loxsoma R.Br. Sori randständig, terminal (Fig. 77, *B*) an der fertilen Ader, welche über den Blattzahn hinaus frei hervortritt. Indusium urnenförmig, aus verwachsenen, gleichwertigen Hälften von Blattsubstanz bestehend, am Saume abgeschnitten, ganzrandig. Receptaculum (Adernende) säulenförmig, weit über das Indusium hinaus verlängert, der ganzen Länge nach mit Sporangien und Paraphysen besetzt (Fig. 77, *C*). Sporangien kurz gestielt, verkehrt-eiförmig, an der äußeren Seite mit einer schwachen Vorwölbung versehen, welche von dem Ringe umfasst wird.

*) »Gattungen«, die wie *Rhodea* und *Ovopteris* nach sterilen Resten benannt sind, überhaupt die letzteren werden in einem besonderen Abschnitt am Schlusse der Filices besprochen.

Ring schief gerichtet, vollständig, seine Zellen jedoch nur zum Teil mit stark verdickten Wänden versehen (Fig. 77, *D*). Öffnung der Sporangien durch extrorsen Verticalriss. Sporen kugelig-tetraëdrisch, das Exospor mit feinen Warzen verziert (Fig. 77, *E*). — Rhizom kriechend. Blätter mit langem Stiele und 2- bis 3-fach gefiederter Spreite. Seitenadern einfach oder gegabelt. — Blattepidermis typisch, aus verzahnten Zellen bestehend; unterseits etwas eingesenkte Spaltöffnungen mit kleinen Schließzellen. Chlorenchym mehrschichtig, lacunös. Leitbündel beiderseits von starkwandigen Zellen begleitet.

1 Art im nördlichsten Neuseeland.

Diese monotypische Gattung, der absonderlichste Relict-Typus der Nordhälfte Neuseelands, folgt im Baue des Sorus in auffallender Weise dem Charakter von *Trichomanes*. Der

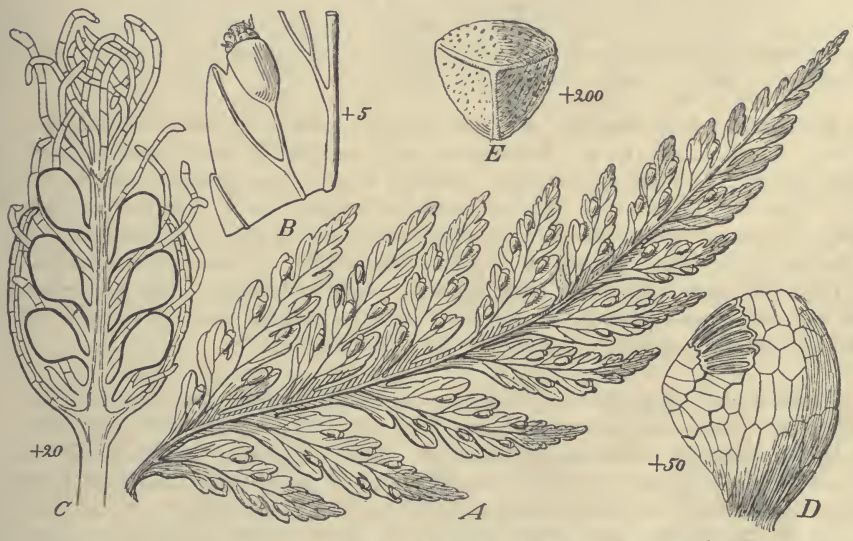


Fig. 77. *Loxsoma Cunninghamii* R. Br.: *A* Fieder I. mit Aderung und Soris; *B* Teil eines fertilen Segmentes; *C* Längsschnitt durch Sorus und Indusium; *D* Sporangium; *E* Spore. (Original.)

vegetative Habitus dagegen entfernt sich weit von den Hymenophyllaceen und erinnert (wie auch das Indusium) etwas an die *Cyatheaceae-Dicksonieae*. Der Ring endlich, im Princip dem der Hymenophyllaceen und Cyatheaceen noch am entsprechendsten, bietet so viel Eigentümliches, dass die systematische Isolierung der Art völlig außer Zweifel steht.

L. Cunninghamii R. Br. B. mit kahlem, glattem, 0,15—0,2 m langem Stiele und dreieckiger, 0,2—0,3 m langer, am Grunde ebenso breiter Spreite von fester Consistenz, oberseits grün, unten oft blauweiß bereift. Fiederung katadrom. (Fig. 77, *A*). Waldungen des nordwestlichsten Neuseelands, südlich nicht über Thames (37°5′ s. Br.) hinausreichend.

Cyatheaceae

von

L. Diels.

Mit 41 Einzelbildern in 8 Figuren.

Wichtigsfe Litteratur. Kaulfuss, Enumeratio filicum quas leg. A. de Chamisso, Lipsiae 1824, S. 225—230, 252—260. — Martius, Icon. Pl. Cryptogam. in Brasilia lectar., Monachiae 1828—1834. — Endlicher, Gen. Plant., 1836. — Presl, Tentam. Pteridograph. Prag 1836,

S. 52—63, 133—138. — Kunze, Die Farrnkräuter, Leipzig 1847. — Hooker, Species Filicum I, S. 15—84, London 1846. — Fée, Exposition des genres de la famille des Polypodiacées 1852. — Mettenius, Filices Horti Botan. Lipsiens., Leipzig 1856, S. 105—111. — Bommer, Revue et classification des Cyathéacées. — J. Scott, Notes on the Tree-ferns of British-Sikkim. In Transact. Linn. Soc. London 1874, 18 Taf. — Fée, Cryptogam. vascul. du Brésil. 1869, S. 154—184, 1873, S. 79—84. — Hooker et Baker, Synopsis filicum London 1874. II. Edit. 1883, S. 15—45, 49—52, 450—462 (in folgendem stets Hk.Bk. abgekürzt.) — J. Smith, Historia filicum, London 1875, 244—253. — Baker, Summary New Ferns, Oxford 1892, Sep.-Abdr. S. 3—9 und S. 17; und in Annals of Botany VIII, 1895, S. 121, 122. — Christ, Farnkräuter der Erde. Jena 1897, S. 313—332. Außerdem sind viele unter den Polypodiaceen aufgeführte Schriften und die eben dort genannten Florenwerke über die in Betracht kommenden Gebiete zu vergleichen.

Morphologie, Anatomie und Physiologie: H. v. Mohl, Über den Bau des Stammes der Baumfarne (Vermischte Schriften 1845). — H. Bauke, Zur Entwickelungsgeschichte der Cyatheaceen. Abhdl. Heidelberg. Naturhist.-Medicin. Vereins I, 1. — Derselbe, Entwickelungsgeschichte des Prothalliums bei den Cyatheaceen, verglichen mit derselben bei anderen Farnkräutern. Jahrb. f. wiss. Bot. Leipzig 1876.

Merkmale. Sori kugelig, auf dem Rücken oder am Ende der fertilen Ader. Receptaculum ± convex, halbkugelig oder kegelförmig, sehr häufig behaart. Sporangien zahlreich, oft dicht gedrängt stehend, sitzend oder gestielt, verkehrt-eiförmig. Ring vollständig, aus fast gleichartigen oder an einer Stelle (Stomium) etwas abweichenden Zellen bestehend, nicht genau senkrecht, sondern etwas schief (nahe der Anheftungsstelle und dem Scheitel) verlaufend (Fig. 82, *D*). Öffnung der Sporangien durch Querriss. Indusium vorhanden oder fehlend; wenn vorhanden, dann unterständig. — Meist mit höherem Stamm versehene, gewöhnlich baumartige Farne mit meist mehrfach zusammengesetzten, oft sehr großen Blättern.

Prothallium. Die Keimung der Sporen erfolgt wie bei den Polypodiaceen. Die Scheitelzelle bildet sich entweder unmittelbar nach der primären Prothalliumzelle oder erst in der Endzelle eines längeren Fadens. Ihre Wirksamkeit führt zur Bildung der Prothalliumfläche in der für die Polypodiaceen typischen Weise. Auf der Vorderseite des Gewebepolsters finden sich regelmäßig borstenförmige Trichome vor. Die Entwickelung des Archegoniums zeigt nichts Besonderes, doch scheinen constant 2 Basalzellen vorzukommen, statt wie bei den Polypodiaceen gewöhnlich 1.

Vegetationsorgane. Der vegetative Habitus der *C.* (vgl. Fig. 84[a]) wird bestimmt durch die Bildung eines aufrechten Stammes, der gewöhnlich unverzweigt in die Höhe steigt. Das umfangreiche kräftige Gerüst seiner ausgedehnten Leitstränge umschließt ein weites Mark und wird umgeben von einer mäßigen Rinde. Die Außenfläche zeigt sich bedeckt von den Narben der durch schließliches Abbrechen oder Maceration ± verschwundenen, aber mitunter längere Zeit persistierenden Blattstielbasen, und trägt daneben gewöhnlich, namentlich am Grunde, ein ± dichtes Geflecht kurzer Adventivwurzeln, welche an den Rändern der Blattlücken aus dem Leitbündelnetz ihren Ursprung nehmen. Die Farbe der Stämme ist fast stets ein tiefes Schwarzbraun, dessen Contrast mit dem lebhaften Grün des Laubes neben der gestaltlichen Seltsamkeit der Baumfarne nicht wenig dazu beiträgt, ihnen für das tropische Landschaftsbild hohe physiognomische Bedeutsamkeit zu sichern. An exponierten Stellen, besonders in hohen Lagen der Gebirge, pflegt der Stamm erheblich niedriger zu bleiben als bei verwandten Arten tieferer Standorte (vgl. z. B. *Alsophila frigida* Karst. (Fig. 84), oder *Cyathea Mac Gregorii* F. v. M.).

Die Blätter bilden eine dichte Krone; meist neigen sie ihre Spitzen in leichtem Bogen abwärts. Die Krone ergänzt sich aus einem einzigen terminalen Vegetationspunkt und verleiht dadurch der Pflanze ein palmenähnliches Aussehen, das durch den schlanken, nicht in die Dicke wachsenden Stamm noch gehoben wird. Nach einer Lebensdauer, deren Länge im einzelnen nicht näher untersucht worden ist, fallen die B. dann unter

Hinterlassung der genannten sehr deutlichen Narben ab. In der Regel geht dieser Ablösungsprocess als Compensation des Zuwachses sehr allmählich vor sich; doch sind auch einige Fälle periodisch wiederkehrender totaler Entblätterung und darauffolgender Neubelaubung bekannt geworden (z. B. *Alsophila comosa* Wall.). Der Aufbau des B. zeigt erhebliche Verschiedenheiten innerhalb der Familie. Einfache Formen gehören zur Minderheit, die weitaus verbreitetste Erscheinung ist das doppelt-gefiederte Blatt, dessen Fiedern wiederum eine ziemlich bedeutende Gliederung erreichen können. Es ist, wie bei vielen anderen Farnen, bemerkenswert, dass dabei oft die Fiedern höherer Ordnung gewisser Arten morphologisch sehr ähnliche Qualitäten aufweisen, wie solche niederer Ordnung von verwandten anderen (vgl. Fig. 82, *A* und *B*).

Die Form des Blattes wie seiner Fiedern ist vorwiegend die oblonge, weniger häufig kommt dreieckige Gestalt der Blattteile zur Beobachtung. Die Hälften des B. und seiner Fiedern findet man vorwiegend gleich oder fast gleich ausgebildet. Eine geringe Förderung der basiskopen Seite zwar ist häufig an den Segmenten letzter Ordnung bemerkbar, welche dadurch eine sichelförmige Gestalt annehmen. Aber nur innerhalb einer beschränkten Gruppe (*Balantium*) äußert sich ein erheblicher Unterschied, sofern die akroskope Blattseite einen ganz erheblichen Vorsprung vor der unteren gewinnt (Fig. 78, *A*).

In der Aderung kommen nur die minder complicierten Stufen (V. Pecopteridis, V. Taeniopteridis und V. Pleocnemiae) zur Beobachtung.

Die Textur des Laubes zeigt zwischen sehr dünnhäutiger und stark lederiger Consistenz alle Grade, deren specielle Ausbildung von den Standortsverhältnissen in gleicher Weise abhängig ist, wie die Behaarung. Letztere beweist in der Familie außerordentliche Mannigfaltigkeit nach dem Ort ihres Vorkommens, nach quantitativer Ausbildung und Formverhältnissen der Elemente. Der Grund des Blattstiels trägt häufig eine dichte Wolle von oft ungemein langen, gelbbraun, schwarz oder weiß schimmernden Spreuhaaren, ebenso sind die jugendlichen Blattorgane mit solchen bekleidet. Ferner finden sich am Petiolus sowohl wie an Rippen und Adern des erwachsenen Blattes Trichome, die teils aus einfachen Zellreihen, teils aus ± umfangreichen Flächen bestehen, oft beides an demselben Organe. Die Zellflächen bilden vielfach convex gewölbte Schuppen, welche nicht selten in eine lange, aus einfacher Zellreihe bestehende Spitze enden (Fig. 80, *D*).

Im Anschluss hieran wäre der ungemein verbreiteten Stachelbildung am Blattstiele zu gedenken, welche mitunter übergreifend auch auf der Spindel sich fortsetzt. In gleicher Weise nimmt nicht selten der Stamm mehr oder minder an dieser Bewehrung Teil.

Bei einigen Arten der *Cyatheeae* (*Hemitelia capensis*, *Cyathea appendiculata* u. a.) kommt es sehr häufig am Grunde des B. zur Bildung von Adventivfiedern (Fig. 82, *F*), worüber S. 52 zu vergleichen ist.

Anatomisches Verhalten. (Vgl. Fig. 31, S. 48). Im Baue ihres Stammes zeigen die *C.* einige Eigentümlichkeiten, welche mit der außergewöhnlichen Entwickelung dieses Organes zusammenhängen. Ein Teil der Familie, namentlich die *Dicksonieae*, doch auch sonst einige minder kraftvolle Vertreter, folgt zwar in dem Bauplane ihrer Leitbahnen dem gewöhnlichen Filicineen-Typus, doch sind die Stränge des Stammnetzes mächtiger entfaltet, als es sonst die Regel: sie stellen breit bandförmige, mit den Rändern oft auswärts gekrümmte Platten dar, welche enge Blattlücken zwischen sich lassen und meist beiderseits von sehr ansehnlichen Stereomschienen begleitet sind. Die Blattspurstränge sind in größerer, oft sehr großer Zahl vorhanden, entweder dünn oder ebenfalls breitrinnenförmig; unter einander pflegen sie nicht selten durch ein entwickeltes Anastomosennetz zu communicieren.

Complicierter und den erhöhten Anforderungen entsprechend leistungsfähiger stellt sich das Leitungs- (und damit das Festigungs-)System in den Stämmen des höheren und höchsten Vertreter der Familie dar, wie bei der Mehrzahl der *Cyatheeae*. Die einzelnen

Blattspurstränge sind hier verhältnismäßig nicht sehr umfangreich, doch dafür in bedeutender Anzahl vorhanden. Sie ordnen sich an in einer nach unten convexen Bogenreihe in jüngeren Organen (bezw. bei schwächeren Arten), während bei erwachsenen Pflanzen und kräftigeren Species diese Bogenreihe durch eine zweite, nach oben convexe, vermehrt wird. Außerdem aber dienen dem gesteigerten Leitungsverkehre accessorische mark- und rindenständige Bündel, wie sie bei anderen Farnen nicht bekannt sind. Beide Bündelarten haben viel gemeinsames: Die markständigen Bündel, oft mit den Rändern der Blattlücke und untereinander anastomosierend, laufen aus dem Petiolus durch die Blattlücke hindurch bogig abwärts in das Mark, wo sie sich verzweigen können und teils mit gleichnamigen Zweigen tieferer B. verschmelzen, teils nach unten allmählich schmäler werdend, spitz und blind endigen. Meist findet man sie von einseitigen oder doppelten Stereomscheiden mehr oder minder weit begleitet, in anderen Fällen (*Alsophila villosa*, *A. microphylla*) lösen sich diese zusammenhängenden Scheiden im Inneren des Stammes in isolierte spindelförmige Stränge auf. — Die rindenständigen Bündel bilden ein langgestrecktes, teils einseitig offenes, teils völlig geschlossenes Maschennetz. Sie entbehren meist des Stereoms; ausnahmsweise aber giebt es auch bei ihnen schützende Scheiden, namentlich um größere Bündel, wie sie durch Verschmelzung mehrerer schwächerer zustandekommen. Übrigens stellen die rindenständigen Bündel auch bei den *Cyatheeae* keineswegs eine für die ganze Gruppe bezeichnende Eigentümlichkeit dar, sondern fehlen nach Mettenius manchen Arten durchgängig. Beispiele für Stämme ohne Rindenbündel liefern u. a. *Cyathea arborea* und *Alsophila microphylla*. — Entsprechend den mechanischen Ansprüchen sind im Stamme die Leitbündel mit ihren Stereombelägen fast durchweg peripherisch angebracht; viele Arten zeigen, wie Potonié zuerst nachgewiesen hat, einen interessanten Specialfall biegungsfester Construction, indem der Leitbündelcylinder sehr ausgeprägte Wellblech-Construction besitzt: die U-förmigen Leitbündel kehren sämtlich ihre offene Seite nach außen, während der geschlossene Bogenteil die Innenseite einnimmt.

Aus der Anatomie der Blätter sind besondere Eigentümlichkeiten nicht bekannt. Sie bieten in ihrem Baue mancherlei Abwechselung dar, die zumeist offenkundig von äußeren Einflüssen geleitet wird. Die Form der Chlorenchymzellen findet sich innerhalb der Familie recht verschieden. Die Epidermis ist bald wenig charakteristisch ausgebildet, bald sogar zweischichtig vom übrigen Blattgewebe differenziert. Die Spaltöffnungen, in der Regel etwas vorragend, sinken bei xerophileren Arten (z. B. *Cyathea dealbata*) unter das Niveau der Epidermis herab. Ähnlichen Zwecken als Trockenschutz dient die feste Außenwand der lederigen Wedel vieler Arten, sowie der Wachsüberzug, der bei mehreren *Dicksonieae*, bei *Alsophila pruinata* und namentlich *Cyathea dealbata* der Blattunterseite silbernen Glanz verleiht.

Sporangien. Die Blattteile, welche die Sori tragen, sind in vielen Fällen morphologisch nicht von den unfruchtbaren verschieden. Bei anderen Arten aber, namentlich in den Reihen der *Dicksonieae* und *Thyrsopterideae*, ist mit der Erzeugung der Sori eine starke Reduction der rein vegetativen Wedelteile verbunden derart, dass in extremen Fällen ihre assimilierenden Flächen vollständig verschwinden (*Thyrsopteris*, *Dicksonia thyrsopteroides*). Über das Indusium und seine allgemeinen Verhältnisse vgl. die Ausführungen bei den Polypodiaceen. Die Sporangien entstehen stets nur an den Adern, entweder dorsal oder terminal, besonders häufig an einer Gabelungsstelle. Ein ± deutliches, meist sehr hervortretendes, Leitbündel führendes Receptaculum (Fig. 80, *C*, Fig. 83, *B*) trägt die Sporangien und außer ihnen in vielen Fällen eine größere Anzahl von einfachen Haaren (»Paraphysen«), welche auch nach dem Abfallen der Sporangien erhalten bleiben.

Der Sorus besteht allenthalben aus einer ziemlich bedeutenden Zahl von sitzenden oder gestielten, im Umrisse verkehrt-eirunden Sporangien (Fig. 82, *D*), welche ausgezeichnet sind durch einen ± vollständigen Ring. Der Ring verläuft nicht wie bei den Polypodiaceen genau vertical vom Insertionspunkte des Stieles bis zum Scheitel, sondern

ist etwas schief gerichtet, so dass er an Basis und Scheitel des Sporangiums seitlich vorbeiführt und in einer spitzwinkelig zur Längsachse des Organs geneigten Ebene liegt. Für die Behauptung einiger Autoren, diese schräge Lage sei ein secundäres Phänomen und durch den gegenseitigen Druck der im Sorus dicht gepressten Sporangien zustande gebracht, fehlen die nötigen Beweise. Dagegen ist die Geschlossenheit des Ringes keineswegs überall gleich ausgeprägt, indem in einer Stomiumzone von wechselnder Ausdehnung die Wände seiner Zellen erheblich dünner und insofern den gewöhnlichen Sporangienwänden ähnlicher werden. Immer aber bleibt in der Verlängerung ihrer Quererstreckung noch ein deutliches Anzeichen ihrer Zugehörigkeit zum Ringe gewahrt.

Das Aufspringen des Sporangiums erfolgt durch Querriss. Die Sporen besitzen tetraëdrisch-kugelige oder dreilappige Gestalt (Fig. 82, *D*).

Geographische Verbreitung. Die *C.* sind eine vorwiegend tropische Familie, und zwar auf die alte und neue Welt annähernd gleichmäßig verteilt. Klimatisch scheinen sie an hohe und gleichmäßige Befeuchtung gebunden: ihr Areal überschreitet nur an wenigen Stellen die Gebiete mit 100 cm jährlichem Niederschlage. Viel unabhängiger verhalten sie sich gegen Temperatureinflüsse. Wie folgende Übersicht lehrt, finden sie üppiges Gedeihen selbst noch in Gegenden, wo ausnahmslos jedes Jahr wenn auch gelinde Fröste bringt, und z. B. in Tasmanien bietet sich mitunter das sonderbare Schauspiel schneebedeckter Farnbaumwipfel. Desgleichen wird sehr häufig in der Litteratur des nahen Zusammentreffens dieser tropisch anmutenden Gewächse mit Gletschern gedacht, wie es an mehreren Stellen der Westküste Neuseelands statt hat. Diesem Verhalten entsprechend erfreuen sich die *C.* innerhalb der Wendekreise eines in verticaler Richtung außerordentlich weiten Areales: denn obwohl man sie in den untersten Lagen durchschnittlich nur spärlich vertreten findet oder gänzlich vermisst, so stehen sie doch bereits bei 1000 m in voller Kraft und lassen sich von dort in allen Lagen verfolgen bis gegen 4000 m hinauf, sowohl in den südamerikanischen Gebirgen (z. B. *Alsophila frigida*), wie auf den höchsten Zinnen Malesiens und von Neuguinea (*Cyathea Macgregorii*). — Eine Beziehung der verwandtschaftlich gegebenen Gruppen mit der heutigen Gestaltung der Erdoberfläche zeigt sich nur in seltenen Fällen. Die größte Formenfülle im ganzen und im einzelnen entfalten das nördliche Südamerika und das asiatische Monsungebiet mit Einschluss Ostaustraliens und der pacifischen Inselwelt. Beide sind im Besitze aller Gattungen (mit Ausschluss von *Thyrsopteris* s. u.), beide zeigen in den polymorphen Kreisen der *Cyatheeae* die dichteste Anhäufung nahe stehender und ineinander fließender Sippen. — In Amerika reichen die *C.* etwa vom 25° n. Br. zum 41° s. Br., wobei sie in den trockensten Gebieten fehlen, in anderen aber außerordentlichen Aufschwung zeigen, besonders im nördlichen Teile der Anden. Auch die Antillen sind reich und besitzen, ebenso wie das gegenüberliegende Centralamerika einige etwas isolierte Typen; dagegen ist Brasilien, nach den heutigen Kenntnissen wenigstens, verhältnismäßig gering versehen mit endemischen oder morphologisch auffälligen Formen. — Juan Fernandez zeichnet sich aus durch den Besitz von *Thyrsopteris*. — An Amerika schließen sich auch die Sandwichinseln in ihrer *C.*-Flora an, wobei sie mit der Gattung *Cibotium* zwischen ihm und Südostasien vermitteln. — Afrika ist merkwürdig arm an *C.* zu nennen: die *Dicksonieae* fehlen dem afrikanischen Continente völlig, die *Cyatheeae* sind arm an originellen Formen und physiognomisch nicht so hervortretend wie in den anderen Gebieten zwischen den Wendekreisen. Ihr Fehlen in Abessinien ist höchst auffallend und klimatisch schwer verständlich. — Südafrika besitzt u. a. in seinem feuchteren Osten *Hemitelia capensis*, die sonst in Afrika nicht bekannt ist. Auch das malagassische Gebiet bietet nur eine geringe Zahl von Typen, diese aber in ziemlicher Formenabwechselung. — Asien endlich wetteifert, wie erwähnt, hinsichtlich seiner Baumfarne mit Amerika. Der Schwerpunkt liegt für ihre Entwickelung hier im malesischen Gebiete, dem auch die australischen, melanesisch-polynesischen und neuseeländischen Farndistrikte sich in jeder Weise tributär erweisen. Dadurch ist die Breiten-

ausdehnung des *Cyatheaceen*-Areales hier erheblich größer als in der neuen Welt und erstreckt sich von etwa 32° n. Br. bis 47° s. Br. Im Westen dieses Areals ragt Ceylon durch einige eigenartige Bewohner hervor — es besitzt die einzige *C.* mit einfachen B. — während die vorderindische Halbinsel wenig Besonderes bietet. Im malayischen Archipel zeigt sich die paläotropische *C.*-Flora auf ihrer Höhe, und von hier entsendet sie nach Südosten einen noch sehr starken Seitenzweig, welcher in Melanesien und Neuseeland eine Menge selbständiger Formen produciert hat, teils in deutlicher Anpassung an besondere lokale Verhältnisse, teils unter energischer Äußerung einer zu immer complicierterer Blattzerteilung strebender Tendenz. Auf der Stewartinsel Neuseelands erreicht — noch mit mehreren Arten — die Familie die Polargrenze ihrer Verbreitung.

Nutzen. Nutzbar sind wenige Arten der *C.* und auch diese nur in untergeordneter Weise. Die dichte Wollbekleidung des Blattstielgrundes wird hier und da gesammelt und zur Polsterung von Kissen, Matratzen etc. verwandt. — Das stärkereiche Mark einiger neuseeländischer Arten diente früher den Insulanern als Nahrungsmittel. Ähnlich wird es in Indien von den Leptschas benutzt, die auch ein berauschendes Getränk (»Ruckschi«) daraus gewinnen. — Erwähnung dagegen verdient die ausgedehnte Verwendung, welche die *C.* in unserem Jahrhundert für gärtnerische Zwecke gefunden haben als leicht cultivierbare und wertvolle Zierpflanzen des Warmhauses.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die nächsten Verwandten der *C.* sind offenbar die Polypodiaceen. Ihre Beziehungen zu dieser Nachbarfamilie sind sogar so enge, dass sie von vielen Autoren nach dem Muster von R. Brown nur als Untergruppe der Polypodiaceen betrachtet werden. In der That wäre die Möglichkeit nicht zu leugnen, dass die drei Reihen der *C.* untereinander weniger unmittelbar verwandt sind als mit gewissen Abteilungen der Polypodiaceen. Diese Anschauung vertrat z. B. Fée, der die *Dicksonieae* mit unseren Polypodiaceen als *Cathetogyratae* vereinigte und ihnen die *Thyrsopterideae* und *Cyatheeae* als *Helicogyratae* gegenüberstellte. Es lassen sich z. B. zwischen *Davallieae* und *Dicksonieae* vielleicht bequemere Übergänge vorstellen als zwischen *Dicksonieae* und *Cyatheeae*. Immerhin äußern sich in der Förderung des Receptaculums, der Ausbildung des Ringes, dem baumartigen Wachstume so viel gemeinsame Tendenzen, dass es vorläufig ratsam scheint, die Familie in ihrem durch Mettenius begründeten Umfange gesondert von den Polypodiaceen zu belassen.

Einteilung der Familie. Die *C.* zerfallen nach der Bildungsstätte ihrer Fortpflanzungsorgane in zwei Gruppen, von denen die erste sich wiederum spaltet in zwei an der Ausgestaltung des Indusiums leicht erkennbare Reihen, *Dicksonieae* und *Thyrsopterideae*. Beide sind verhältnismäßig formenarm und in ihrer Gliederung ziemlich durchsichtig. Dagegen gehört die letzte Reihe der *C.* zu den am schwierigsten übersehbaren Formenkreisen der Farne überhaupt. Wesentliche Unterschiede bietet, soweit heute bekannt, nur die Beschaffenheit des Indusiums, und deren classificatorischer Wert ist gerade bei den *Cyatheeae* so zweifelhaft, dass die Einziehung der 3 alten darauf begründeten Genera *Cyathea*, *Hemitelia* und *Alsophila* sachlich vollkommen gerechtfertigt wäre. Die praktischen Schwierigkeiten einer übersichtlichen Darstellung jedoch wären damit nicht beseitigt, und namentlich würde die Nomenclatur so enorm verwickelt, dass ich keinen Gewinn darin sehe, von der herkömmlichen Unterscheidung genannter drei Genera abzugehen. Ich folge vielmehr durchgehends dem von Hooker und Mettenius befolgten, allerdings rein schematischen Einteilungsprincip. Die von Smith und Christ eingeschränkte Fassung von *Hemitelia* giebt manche Vorzüge dieses Schemas auf, und scheint mir keinen genügenden Ersatz für solche Einbusse zu bringen. Ich vermag sie daher ebensowenig zu adoptieren, wie die Presl'schen Definitionen, welche angesichts des heutigen *C.*-Materiales keiner nutzbringenden Verwertung fähig sind.

Schließlich sei noch bemerkt, wie schon Hooker (Spec. Fil. I, 16) ausführt, dass für die *C.*-Systematik ein sehr erschwerendes Moment liegt in dem ungenügenden und

unvollständigen Zustande der Herbarbestände, der mangelhaften Kenntnis des Stammes und seiner einzelnen Teile, sowie der Gesamtblätter, den infolgedessen lückenhaften Originaldiagnosen u. dgl. Aus allen diesen Gründen fehlt es heute selbst für kleinere Florengebiete noch an einer allseitig befriedigenden Bearbeitung des vorhandenen *Cyatheeen*-Materiales.

A. Sori an der Spitze fertiler Adern. Indusium extrors, mit dem ± modificierten Zahne des Blattrandes zusammen eine becherartige Sorushülle bildend. Ring des Sporangiums mit einem aus dünneren Zellen bestehenden Stomium . . **I. Dicksonieae.**

B. Sori an der Spitze fertiler Adern. Indusium unterständig, schließlich halbkugelig. Ring des Sporangiums mit gleichartigen Zellen . . . . . **II. Thyrsopterideae.**

C. Sori auf dem Rücken oder in der Gabelung fertiler Adern. Indusium unterständig, kugelig bis becherförmig, sehr oft bei der Reife ± unregelmäßig zerreißend, oder schuppenförmig, oder fehlend. Ring des Sporangiums aus fast gleichartigen Zellen, Stomium nur wenig ausgezeichnet . . . . . **III. Cyatheeae.**

I. Dicksonieae.

Sori endständig an der Spitze fertiler Adern. Das extrorse Indusium bildet häufig mit dem fertilen, den Sorus etwas überdachenden Segmentzahne eine zweiklappige, becherartige, zuweilen sehr große Sorushülle. Ring des Sporangiums schief; er besitzt ein etwas differenziertes Stomium, dessen Zellen dünnwandiger als die übrigen sind, sich aber doch erheblich von den gewöhnlichen Zellen des Sporangiums unterscheiden.

A. Fertiler Segmentzahn kaum modificiert, mit dem Indusium eine zweiklappige, breit-taschenförmige, lederige Hülle bildend.
   a. Blattfiedern bezw. Segmente letzter Ordnung stark ungleichseitig. Stamm kaum über den Boden erhoben . . . . . **1. Balantium.**
   b. Blattfiedern, bezw. Segmente letzter Ordnung annähernd gleichseitig. Aufrechter Stamm **2. Dicksonia.**

B. Fertile Segmentlappen stark modificiert, dem Indusium gleichartig und mit ihm eine zweiklappige Sorushülle bildend . . . . . **3. Cibotium.**

1. **Balantium** Kaulf. s. ampl., (*Culcita* Presl, *Dicksoniae* sp. Labill., autt., Hk.Bk.). Indusium mit dem kaum modificierten (aus Blattsubstanz bestehenden) fertilen Segmentzahne zusammen eine zweiklappige, breit taschenförmige, lederige Hülle um den Sorus bildend. — Ziemlich starken, aber sich nicht über den Boden erhebenden, öfter etwas gebogenen Stamm bildende, kräftige Farne. B. 3—4-fach gefiedert. B. und Fiedern von ± dreieckigem Umrisse. Fiedern, bezw. Segmente letzter Ordnung stark ungleichseitig. Die fertilen Fiedern in der Form kaum von den sterilen verschieden.

Diese habituell den Polypodiaceen am nächsten stehende Gattung bewohnt ein sehr ausgedehntes, disjunctes Areal in den wärmeren Erdgegenden. 3 einander naheverwandte Arten.

A. Sori groß. Indusium und fertiler Zahn ungefähr gleichgroß. — **Aa.** Spindel völlig kahl: *B. Culcita* (L'Her.) Kaulf. (*Dicksonia Culcita* L'Herit.). Aus dem am Boden befindlichen Stamme erhebt sich eine Krone von etwa 1,5 m hohen B., die fast 4-fach gefiedert sind. Ihre letzten Segmente sind ziemlich breit, gekerbt-gesägt. (Fig. 78, *A*). In der Bergregion Makaronesiens verbreitet: Azoren (bis 900 m), Madeira, nördliches Teneriffa. Angeblich auch bei Gibraltar gefunden. — Die Wolle des Blattstielgrundes wird gesammelt und zum Ausstopfen von Kissen etc. benutzt. — **Ab.** Spindel mit dunkelfarbigen Haaren besetzt: *B. coniifolium* Hook. B. mit etwas kleineren, noch zierlicher zerteilten Fiedern als vorige. Fiedern IV. tief eingeschnitten. Habitus sonst sehr ähnlich. Im südlichen Brasilien, sowie in den Anden von Venezuela bis Nord-Peru.

B. Sori klein. Indusium kleiner als der fertile Zahn: *B. stramineum* (Labill.) Diels B. in allen Teilen schmäler und zierlicher als bei vorigen. Die letzten Segmente tief gesägt. Melanesien, Polynesien, von Neumecklenburg bis Fiji, Samoa, Neucaledonien.

2. **Dicksonia** L'Herit. pt. Indusium mit dem kaum modificierten, fertilen Segmentzahne eine zweiklappige, ± lederige Hülle um den Sorus bildend. (Fig. 78, *C*, *D*). — Starken,

über den Boden erhobenen, aufrechten Stamm bildende Baumfarne. B. doppelt- bis 3-fach gefiedert. B. und Fiedern von ± eiförmigem oder länglichem Umrisse. Die Fiedern, bezw. Segmente letzter Ordnung stets völlig oder fast völlig gleichseitig. Die fertilen Fiedern in ihrer Form durch Reduction des grünen Gewebes von den sterilen oft weit verschieden (Fig. 78, *B*—*D*). — Über den größten Teil des Cyatheaceen-Areales verbreitete Gattung, in auffallender Weise die Inselgebiete bevorzugend, im ganzen etwa 12 Arten, von denen am formenreichsten die melanesischen auftreten.

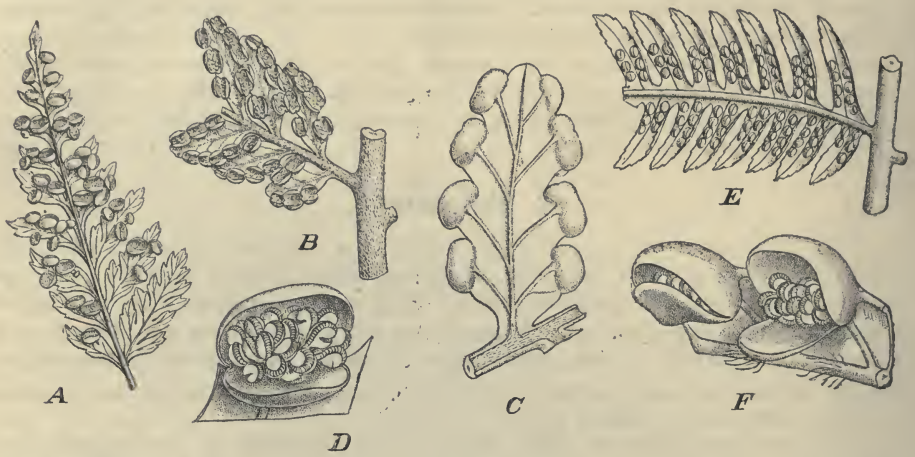


Fig. 78. *A Balantium Culcita* (L'Her.) Kaulf. Stück einer Fieder III. — *B—D Dicksonia arborescens* L'Her.: *B* Unterer Teil einer Fieder I; *C* Fieder II; *D* Sorus mit Indusium. — *E, F Cibotium Barometz* Link: *E* Unterer Teil einer Fieder I; *F* Stück eines Segmentes mit 2 Soris. (*A* Original, *B—F* nach Hooker.)

A. Indusium und Deckzahn queroval bis nierenförmig. Segmente groß, die fertilen stark zusammengezogen: *D. arborescens* L'Hérit. Bis 3 m hoher Farnbaum mit stark lederigem Laube (Fig. 78, *B*—*D*). Beschränkt auf die höchsten Regionen des Diana-Peaks auf St. Helena.

B. Indusium und Deckzahn ± kreisrund.

Ba. Fertile Segmente unten bedeutend breiter als in der Mitte: dreieckig oder lanzettlich, nur mäßig zusammengezogen und den sterilen ziemlich ähnlich. — **Baα.** Blattstiel warzig, schwarz. Spindel und Costulae mit schwarzen Borsten besetzt: *D. squarrosa* (Forst.) Sw., sehr verbreiteter, bis 7 m hoher Farn Neuseelands. — **Baβ.** Blattstiel etwas scharf, am Grunde weich-wollig: *D. antarctica* R.Br. Ansehnlicher Baumfarn (zuweilen mit 18 m hohem, 1,5 m breitem Stamme) in ganz Ostaustralien auf den Gebirgen von Queensland bis Tasmanien, und auch in Neuseeland sehr verbreitet. — In Neuseeland findet sich daneben *D. lanata* Colenso, eine kleinere Form, bisweilen fast stammlos mit feinem Laube, besonders auf der östlichen Nordinsel häufig. — **Baγ.** Blattstiel ganz glatt, am Grunde weich-wollig: *D. Sellowiana* Hook., 5—10 m hoch, neotropisch, und in zahlreichen, unter mehreren Namen unterschiedenen Formen verbreitet vom südöstlichen Brasilien und Ostperu längs den Anden (in Ecuador bis über 3000 m) bis Costa Rica und Guatemala. Erwähnt als breitblätterige Varietäten mit großen Soris seien *D. Karsteniana* Klotzsch und *D. Spruceana* Mett.

Bb. Fertile Segmente in der Mitte sehr breit, kurz. Die fertilen Fiedern I. viel kleiner als die sterilen: *D. Brackenridgii* Mett., etwa 5 m hoch, aber zuweilen auch viel niedriger, auf Fiji und Samoa. Die B. tragen fertile und sterile Fiedern durcheinander, was infolge der großen Formverschiedenheit beider der Pflanze ein sonderbares Aussehen verleiht.

Bc. Fertile Segmente beiderseits verschmälert, länglich, stark zusammengezogen und den sterilen unähnlich. — **Bcα.** Sori ziemlich groß, sich fast berührend. — **BcαI.** Costulae schwach behaart: *D. Berteroana* (Kze.) Hook., bis 5 m hoher Stamm, B. stark lederig. Juan Fernandez. — **BcαII.** Costulae stärker behaart: *D. Youngiae* C. Moore, voriger sehr ähnlich, in Neusüdwales und Queensland. — Ähnliche Formen scheinen vorzukommen auf Neucaledonien (*D. Berteroana* Fourn. und *D. Baudouini* Fourn.?) und den Fijiinseln (*D.*

Berteroana Luerss. Filic. Graeffeanae p. 232). — **Bcβ.** Sori mäßig groß, voneinander entfernt. — **BcβI.** Fertile Fiedern mit entwickelter Lamina: *D. chrysotricha* Moore. Unterseite der Costulae reichlich mit fibrillösen Trichomen besetzt. Schattige Wälder auf Java, nach Hooker bis 3400 m. — **BcβII.** Fertile Fiedern mit geschwundener Lamina. *C. thyrsopteroides* Mett., habituell lebhaft an *D. Berteroana* erinnernd, aber mit noch stärkerer Reduction der fertilen Lamina, welche fast bis auf die Adern schwindet. Dadurch sieht es aus, als bildeten die scheinbar »gestielten« Sori eine sehr reiche Inflorescenz (wie bei *Thyrsopteris*). Auf Neucaledonien, in Bergwäldern bis 1000 m.

3. **Cibotium** Kaulf. (*Pinonia* Gaud., *Dicksoniae* sp. autt., Hk.Bk.). Sori meist in den Buchten der Segmente, endständig an der Spitze der Adern. Fertile Segmente mit stark modificierten Decklappen, die gleich dem Indusium von lederiger Consistenz sind und mit dem Indusium zusammen eine zweiklappige Hülle um den Sorus bilden. Sporangien gestielt. Ring mit einem aus dünnerwandigen, doch von denen der Sporangienwand deutlich zu unterscheidenden Zellen bestehenden Stomium (Fig. 78, *E*, *F*). — Baumfarne mit sehr großen B., die in der Regel dreifach gefiedert sind. Ihre letzten Fiedern haben meist lineale oder längliche Segmente (Fig. 78, *E*, *F*). — Verbreitung der etwa 6—8 höchst nahestehenden Arten sehr eigentümlich: Südostasien, Sandwichinseln, Centralamerika.

A. Fiedern II. mit ziemlich breiter, kurzer Spitze. Ihre Segmente fast ganzrandig; deren Breite mindestens 5 mm betragend, so dass die Sori stets durch breite Zwischenräume getrennt sind. — **Aa.** Blattstiel im oberen Teile warzig und mit langen, schwarzbraunen Haaren bekleidet: *C. Menziesii* Hook. Stamm gewöhnlich 1,2—2,5 m hoch, doch zuweilen bis 8 m hoch werdend. B. (incl. Stiel) 2—4 m × 1—1,6 m, sehr variabel, unterseits meist stark grauweiß bereift, seltener fast grün. Auf allen Inseln der Sandwichgruppe von 600—1200 m, zuweilen mit den beiden folgenden dichte Bestände bildend. Von den Eingeborenen »Hapu Ji« und »Heii« genannt. Die Wolle des Blattstielgrundes (»pulu«) wird zur Füllung von Kissen, Matratzen u. dgl. exportiert. — **Ab.** Blattstiel im oberen Teile glatt und kahl: *C. Chamissoi* Kaulf., etwas niedriger als vorige. Unterseite der B. wenig bereift, oben dicht mit blassem, spinnewebartigem Flaume bedeckt. Verbreitung wie vorige. — *C. glaucum* Hook. et Arn. unterscheidet sich davon durch glänzend goldgelbe Wolle an der Blattstielbasis, die fast kahle, meist aber stark grauweiß bereifte Blattunterseite und die stärker sichelartig gekrümmten Segmente. Mit voriger, aber seltener

B. Fiedern II. mit schmaler, oft sehr lang ausgezogener Spitze. Ihre Segmente klein, gekerbt-gesägt, deren Breite niemals 5 mm erreichend, so dass die Sori häufig einander fast berühren. — **Ba.** Segmente meist stark zugespitzt. Sori mindestens $^2/_3$ der Segmente füllend, oft bis zur Spitze reichend. — **Baα.** B. unterseits kahl, grauweiß bereift: *C. Schiedei* Cham. et Schlecht. Prachtvoller Baumfarn, bis 5 m hoch, mit großen Wedeln. Südmexiko bei 1200 m, Guatemala. Seit lange in Cultur. — *C. guatemalense* (Rchb. f.) Mett. B. unterseits weniger grauweiß, aber mit einigen Haaren besetzt, leitet über zu: **Baβ.** B. unterseits ± mit langen, weißlichen Haaren besetzt: *C. Wendlandi* Mett. in Guatemala. — *C. regale* Lind. scheint eine (Cultur-?)Form mit etwas stärker gesägten Segmenten zu sein. — **Bb.** Segmente schief zugespitzt. Sori selten die untere Hälfte der Segmente überschreitend: *C. Barometz* Link, Baum mit 0,3—0,6 m langen Wedeln (Fig. 78, *E*, *F*), verbreitet im Monsungebiete Ostasiens: Hinterindien vom östlichsten Himalaya an, Hongkong, Formosa, Java. — Eine eigentümliche Unterart (*C. Cumingii* Kze.), deren Segmente stets nur 1 Paar von Soris an der untersten Seitenader tragen, ist auf den Philippinen heimisch.

Fossile *Dicksonieae* sind wiederholt angegeben worden; unter diesen gehört der als *Dicksonia Heerii* Raciborski (1894) nach den in der einen Figur des Autors schwach angedeuteten Sporangien wohl am sichersten zu dieser Unterfamilie. Habituell gleicht die Art wie viele andere aber ohne Sori fossil bekannten Reste durchaus einer Dicksoniee. Die in Rede stehende Art kommt im Jura von Krakau vor. Der Gattung *Dicksonia* durch die Ausbildung der Blattnarben sehr ähnliche Stammreste sind insbesondere in der Kreide nicht selten; sie wurden früher als *Protopteris* Corda (1845) beschrieben, eine Anzahl der neueren Autoren stellte sie ohne weiteres zu *Dicksonia*.

(H. Potonié.)

II. Thyrsopterideae.

Sori endständig an der Spitze fertiler Adern. Indusium unterständig, anfangs fast kugelig mit apicaler Öffnung, zuletzt erweitert mit ungefähr kreisförmigem, glattem Rande. Sporangien fast sitzend, etwas abgeplattet, mit großzelligem, nahezu geschlossenem Ringe. Sporen dreilappig.

4. **Thyrsopteris** Kze. (*Chonta* Molina, *Panicularia* Colla). Charakter der Reihe (Fig. 79). Monotypische Gattung, auf Juan Fernandez endemisch. Im Habitus ihrer Be-

Fig. 79. *Thyrsopteris elegans* Kze. — *A* Teil eines Blattes. Oben eine sterile, unten eine fertile Fieder; *B* Teil einer sterilen Fieder II.; *C* Teil einer fertilen Fieder II.; *D* Sorus mit Indusium; *E* Sorus mit Indusium durchgeschnitten; *F* Sporangium. (Nach Kunze).

laubung ähnelt sie entfernt *Balantium*, die Differenzierung des B. in sterile und fertile Fiedern findet innerhalb der Familie bei einigen *Dicksonia* ihr Analogon. Das Indusium aber erinnert außerordentlich an gewisse *Cyathea*.

Th. elegans Kze. Stamm höchstens 1,5 m hoch, aber von Schenkeldicke, dicht von den Narben der alten B. bedeckt. Blattstiel kräftig, mehrere dm lang, nebst der Spindel unbestachelt und mit abfälligem Filze bedeckt. B. dreieckig, 0,6 m lang, 3—4-fach fiederspaltig, kahl, lederig mit kaum vortretenden Adern; obere (8—12 Paar) Fiedern I steril, bis 0,3 m lang, gestielt, zugespitzt-eiförmig, Fiedern II ähnlich gestaltet, Fiedern III tief fiederspaltig mit länglich-keiligen, stumpfen und stumpf-gezähnten Segmenten; untere (2—4 Paar) Fiedern I. fertil, kürzer als die fertilen, genau so gegliedert, aber völlig auf die kantigen Costulae und Adern reduciert, die Fiederchen III. daher traubenartige Sporangienstände darstellend. — An feuchtschattigen Waldplätzen der beiden Inseln von Juan Fernandez, neuerdings im Botan. Garten zu Santiago in Cultur genommen.

Fossil ist ein ganz zweifelhafter Rest, *Thyrsopteris schistorum* Stur (1877 u. 1883) aus dem Culm angegeben. Die besonders von Leckenby (1864) und Heer (1876) abgebildeten Reste aus dem Jura Spitzbergens und des Amurlandes, Englands u. s. w., hingegen, unter denen *Thyrsopteris Murrayana* (Brongn.) H. und *T. Maakiana* H. genannt seien, ähneln sowohl in ihren fertilen als sterilen (Typus *Ovopteris* wie bei der recenten Art) Teilen so sehr der recenten *T. elegans*, dass — obwohl der genauere Bau der Sporangien nicht eruiert werden konnte — es doch schwer ist, an der Richtigkeit der generischen Unterbringung zu zweifeln. Die Gattung wäre danach zur Jurazeit sehr verbreitet gewesen. (H. Potonié.)

III. Cyatheeae.

Sori auf dem Rücken oder in der Gabelung fertiler Adern. Das Indusium zeigt große Mannigfaltigkeit: teilweise bedeckt es anfangs als geschlossene kugelige Haut den Sorus, um beim Reifen in regelmäßiger oder unbestimmter Weise zu zerreißen, bald erweitert sich das anfangs scheinbar kugelige Gebilde schließlich zu einem schüsselförmigen Körper mit regelmäßigem, glattem Rande. Bei *Hemitelia* ist es nur als mehr oder minder umfangreiche Schuppe ausgebildet, die mitunter winzig klein wird, um bei *Alsophila* ganz zu verschwinden. Das Receptaculum ist ± convex, halbkugelig bis walzenförmig oder kugelig, in einigen Fällen (*Cyathea*) zur Fruchtzeit zweilappig. Es trägt neben den Sporangien vielfach eine größere Anzahl von Trichomen (»Paraphysen«). Der Ring ist vollständig, am Stomium jedoch aus etwas dünnwandigeren Zellen gebildet.

Stamm sehr selten fehlend, oft sich zu bedeutender Höhe erhebend und völlig verholzt, von den spiralig angeordneten Blattnarben gefeldert. Er trägt eine Krone meist sehr umfangreicher Blätter. Der starke Blattstiel besitzt gewöhnlich eine im einzelnen sehr verschiedene Bekleidung von Haaren und schuppenartigen Trichomen, oder er ist mit Stacheln und Warzen bewehrt. Die Spreite zeigt große Verschiedenheit in ihrer Composition, wie im einzelnen der folgenden Darstellung zu entnehmen ist. Damit Hand in Hand gehen die Differenzen der Aderung, welche sich allerdings überall auf die V. Pecopteridis zurückführen lässt.

Außerordentlich homogene Gruppe meist baumartiger Farne, deren Gliederung und Unterscheidung (s. oben S. 118) bedeutende Schwierigkeiten bereitet. Sie bewohnen fast das gesamte Areal der Familie, fehlen jedoch in Makaronesien, St. Helena und auf den Sandwichinseln.

Die Unterscheidung der folgenden Genera ist nur Notbehelf.

A. Sorus mit häutigem, schüsselförmigem, glattrandigem oder anfangs kugelig geschlossenem, später unregelmäßig zerreißendem Indusium . . . . . **5. Cyathea.**
B. Sorus mit häutigem, unvollständigem, schuppenförmigem Indusium . . **6. Hemitelia.**
C. Sorus ohne Indusium . . . . . **7. Alsophila.**

5. **Cyathea** Sm. (incl. *Disphenia* Presl, *Eatonioptéris* Bommer, *Schizocaena* J. Sm.). Charakter der Reihe. Ausgezeichnet durch den Besitz eines vollständigen Indusiums, welches entweder schüsselförmig und bei der Reife glattrandig geöffnet ist (Fig. 80, A^1), oder anfangs als geschlossene Hülle den Sorus bedeckend schließlich ± unregelmäßig zerreißt. (Fig. 80, *C*, *E*). B. ungeteilt bis fast 4-fach gefiedert. — Gegenwärtig

schon über 100 Arten beschrieben, wovon etwa 50 auf Amerika, gegen 25 auf das afrikanisch-malagassische, über 40 auf das südasiatisch-pacifische Gebiet entfallen:

I. Amerikanische Arten.

A. *Eucyathea* Bommer. Indusium zuletzt schüsselförmig mit glattem Rande.

Aa. Fiedern II. ganzrandig, höchstens schwach gezähnelt: *C. Nockii* Jenman, mit niedrigem, wurzelndem Stamme; auf Jamaica bei etwa 1500 m; ebenso von Trinidad angegeben. — *C. pubescens* Mett., mit bis 12 m hohem Stamme, in der oberen Bergregion von Jamaica verbreitet.

Ab. Fiedern II. nicht ganzrandig. — **Abα.** Fiedern II. gekerbt, gegen die Spitze hin ganzrandig: *C. balanocarpa* Eat., eigenartige Species im östlichen Cuba. Die Fiedern II.

Fig. 80. Segmente letzter Ordnung bei *Cyathea*: *A C. arborea* (Plum.) Sm. *A*¹ Indusium und Receptaculum. — *B—D C. aurea* Klotzsch: *B* Segment; *C* Sorus Querschnitt; *D* eine Schuppe der Costula-Unterseite. — *E C. microphylla* Mett. — *F C. Dregei* Kze. — *G C. appendiculata* Bak. — *H C. Cunninghamii* Hook. f. (*A*, *G*, *H* Original, *B—D* nach Karsten, *E*, *F* nach Hooker.)

erinnern in ihrer Form oft etwas an die Fiedern I. von *C. Hookeri*. — **Abβ.** Fiedern II. tieffiederspaltig. — **AbβI.** Blattstiel unbestachelt. — 1. B. unterseits sparsam beschuppt: *C. jamaicensis* Jenman, mit 4—5 m hohem Stamme auf Jamaica. — 2. B. unterseits dicht mit lineal-lanzettlichen Schuppen: *C. arborea* (Plum.) Sm. (Fig. 80, *A*), einer der verbreitetsten neotropischen Baumfarne, in Brasilien bis zum Süden häufig, in Guiana und ganz Westindien; auf Jamaica in den unteren Regionen (bis 750 m) verbreitet und oft große Strecken herdenweise an besonnten Abhängen bedeckend. Eine der lichtliebenden Cyatheaceen. Aus der Basis der älteren Wedel entstehen mitunter adventive B. — Die Segmente zeigen bedeutende Formverschiedenheiten, die aber durch zahlreiche Übergänge verbunden sind. Je nach der Wertung solcher Differenzen hat sich das Urteil über locale Formen dieses Kreises zu entscheiden; von den publicierten gehören hierher z. B. *C. portoricensis* Spr.; *C. Grevilleana* Mart.; *C. tenera* Griseb. auf St. Vincent, besitzt sehr zartes Laub. Von Hemsley wird unter *C. arborea* auch *C. glauca* Fourn. aus Mexiko als Synonym geführt, doch erscheint deren Zugehörigkeit noch zweifelhaft. Ebenso bedürfen manche Angaben

aus dem continentalen Amerika weiterer Bestätigung. — **Abβ II.** Blattstiel ± bestachelt: Hierher einige ebenfalls der *C. arborea* sehr nahe stehende Formen, wie *C. elegans* Hew., weniger behaart als jene und die minder stark belichteten Plätze in Wäldern und Gebüschen Jamaicas vorziehend, bis 1200 m. — *C. nigrescens* Jenman, mit ganzrandigen Segmenten ist in Jamaica zwischen 750 und 1800 m verbreitet, während *C. concinna* Jenman noch höher (bis 2100 m) aufsteigt und an den ungegabelten Adern der Segmente zu erkennen ist. — Weitere Verbreitung besitzt die ähnliche *C. Serra* Willd. in Mexiko und ganz Westindien. Hooker führt sie auch für Brasilien an, Baker lässt sie jedoch in Flor. Bras. unerwähnt.

B. *Eatoniopteris* Bommer. Indusium halbkugelig, anfangs den Sorus völlig umhüllend, zuletzt ± unregelmäßig zerreißend.

Ba. Blattstiel unbestachelt. — **Baα.** B. meist 3-fach fiederspaltig. Sori auf jedem Segmente mindestens 2 Paare. — **BaαI.** Indusium nicht bereift. Mehrere Arten im Berglande Columbiens. — **BaαI1.** Fiedern gegliedert der Spindel angefügt: *C. Mettenii* Karst., mit genäherten Fiedern I., in Urwäldern Columbiens bei 2700 m. Noch höher reicht dort das Areal von *C. patens* Karst., durch dünneren Stamm und kürzere Blattsegmente ausgezeichnet, bis 2900 m. — **BaαI2.** Fiedern ungegliedert der Spindel angefügt: * Fiedern I. fast sitzend: *C. frondosa* Karst., steht *C. Mettenii* Karst. sehr nahe und wächst an ähnlichen Stellen in Columbien, ihr Stamm aber soll doppelt höher (bis 10 m) werden. *C. straminea* Karst., von vorigen durch entfernte Fiedern I. und hängende B. unterschieden, in Columbien bei etwa 2500 m. *C. boconensis* Karst. zeichnet sich durch weißblasige Schüppchen der Adernrückseite aus; *C. calva* Karst. und *C. firma* Mett. dagegen sind fast kahl; alle 3 bewohnen die unteren Waldregionen der centralcolumbischen Anden bei etwa 1000 m. — ** Fiedern I. und II. ziemlich ansehnlich gestielt: *C. meridensis* Karst. und *C. petiolulata* Karst., beide in Centralcolumbien, erstere bei 2000 m ein 8—10 m hoher Baum, letztere um die Hälfte niedriger und etwas höher emporsteigend.

Zweifelhaft ist die Stellung der mir unbekannten *C. purpurascens* Sodiro, durch dunkelrotbraune Bekleidung erkennbar und nach dem Autor von großer Ähnlichkeit mit *C. arborea*. In Wäldern Ecuadors bis 1900 m. — Ebenso bleiben zu prüfen die Affinitäten von *C. gracilis* Griseb., mit muricatem Blattstiele und Fiedern I. und II. an langen Stielen, die Fiedern II. dreieckig, am Grunde am breitesten. Stamm nur 3 m lang, oft niedergestreckt. In humösen Waldgründen Jamaicas; nach Hooker auch in Columbien. — Auch *C. muricata* Kaulf. bedarf näherer Aufhellung; ziemlich verbreitet auf den Antillen.

BaαII. Indusium grau oder weißlich bereift, oft ziemlich regelmäßig in 3—4 gleichartige Stücke zerfallend. — **BaαII1.** B. unten blaugrün, schwach bereift, wenig beschuppt: *C. insignis* Eat. auf Jamaica an Hängen zwischen 1200 und 1500 m. Nahe verwandt damit *C. crassipes* Sodiro in der subtropischen Region von Ecuador. — **BaαII2.** B. unterseits an den Adern mit weißlichen Borsten oder sehr schmal linealen Schuppen besetzt: *C. Gardneri* Hook. Unterstes Segment der Fiedern II. angewachsen-herablaufend. Indusium sehr haltbar. Ausgezeichnete Art von Südostbrasilien, an schattigen Bachufern u. dgl. — *C. Schenkii* Christ, die ich nicht kenne, unterscheidet sich durch stumpfere Fiedern II. und nicht herablaufende Segmente. Brasilien in Gebirgen von Minas. — **BaαII3.** B. unterseits an den Adern ± dicht mit Filzhaaren und breiten, hobelspanartigen Schuppen bedeckt: *C. Tussacii* Desv., 6—7 m hoch werdend in verschiedenen Formen auf den Inseln Westindiens, liebt feuchte schattige Waldschluchten zwischen 1200 und 1800 m. In ziemlich enger Verwandtschaft dazu scheint *C. quindiuensis* Karst. (Nordwestcolumbien) zu stehen.

Baβ. B. 4-fach fiederspaltig. Sori auf jedem Segmente nur 1 Paar: *C. microphylla* Mett., niedriger, bis 1,5 m hoch werdender Baumfarn der Anden von Ecuador und Nordperu, eine der ausgezeichnetsten Formen der Gattung (Fig. 80, *E*) und bei der überaus feinen Zerteilung gleichzeitig eine der zierlichsten.

Bb. Blattstiel bestachelt. — **Bbα.** Fiedern gegliedert der Rachis angefügt: *C. mexicana* Schlecht., trägt die Sori sehr häufig auf dem Rücken der einfachen Adern und wurde deshalb früher von der Masse ihrer Verwandten abgetrennt zur Section *Notocarpia* Presl gestellt. Da aber die normale Stellung in der Adern-Gabelung ebenfalls nicht fehlt, hat schon Hooker diese Separierung der Art aufgehoben. Ihre Heimat ist Südmexiko in dichten Wäldern zwischen 1000 und 1200 m. — Hinsichtlich der Aderung scheint sich ähnlich zu verhalten die mir unbekannte *C. Dyeri* Sodiro, in Ecuador bei 600 m, mit unterseits schuppigen Fiedern. — Normale Aderung besitzen folgende Arten der südamerikanischen Anden: *C. equestris* Kunze aus Nordperu, *C. corallifera* Sodiro und *C. Borjae* Sodiro in Ecuador mit ungestielten Fiedern II. — Gestielte Fiedern II. dagegen zeigen *C. aspidioides* Sodiro, 1—2,5 m hohe Art von Ecuador, *C. divergens* Kunze bis 12 m hoch, in den nörd-

lichen Anden recht verbreitet, und *C. ebenina* Karst., ein 2—3 m hoher, prächtiger Farn, an Spindel und Costa glänzend schwarz. Von beschränkter Verbreitung am nördlichsten Abfalle der Anden Venezuelas bei 1500 m. — *C. incana* Karst. unterscheidet sich von ihr durch abfällige Fiedern I, sitzende Fiedern II, ganzrandige Segmente und behaartes Indusium. Sie lebt in der tropischen und subtropischen Region von Columbien und Ecuador bis 2500 m. — **Bbβ.** Fiedern II. ungegliedert der Spindel angefügt. — **BbβI.** Costa und Costula unterseits ohne Schuppen. — 1. Blattstiel am Grunde mit schmallinealen Schuppen: *C. Sprucei* Bak. in Ecuador zwischen 1000 und 2000 m, im Laube an *C. Schanschin* Mart. erinnernd. — 2. Blattstiel am Grunde mit aus breiter Basis pfriemlichen Schuppen. — * Blattstiel-Schuppen einfarbig: *C. vestita* Mart., B. beiderseits ziemlich dicht behaart. Indusium zart. Im tropischen Südamerika von Columbien bis Brasilien verbreitet. — *C. pilosa* Bak. aus Ostperu stellt eine Zwischenform dar zu *C. Schanschin* Mart., wo die Blattfläche nur zerstreut behaart und das Indusium etwas härter ist. *C. Schanschin* lebt in Südamerika häufig auf den Anden bis 2800 m, in Brasilien besonders durch die centralen und südöstlichen Provinzen, in Centralamerika bis Südmexiko und auf den Antillen, in Jamaica gemein und auf den Blue Mountains höher steigend als alle anderen Baumfarne. — *C. dissoluta* Bak., Blattfläche kahl, bis auf die Adern, erinnert habituell an *Alsophila parvula*. — ** Blattstiel-Schuppen weiß-gerandet; Indusium ansehnlich groß, bei *C. puberula* Sodiro bleibend, bei *C. squamipes* Sodiro (non Klotzsch) abfällig, beide in Ecuador, erstere auf die tropische Region beschränkt, letztere bis zur subandinen hinaufsteigend. — Vielleicht ist die ungenügend beschriebene *C. Ruiziana* Klotzsch aus den Anden Perus mit einer der beiden letzten zu vereinen. — **BbβII.** Costa und Costulae unterseits mit Schuppen, die bei *C. aurea* Klotzsch (Fig. 80, *B—D*), von Columbien mäßig, an der mir unbekannten *C. fulva* Sodiro (Ecuador) und bei *C. furfuracea* Bak. sehr reichlich auftreten. *C. furfuracea* wird bis 12 m hoch, ist auf Jamaica bis 1800 m häufig und, wie es scheint, verwandt mit mehreren weniger verbreiteten Formen, wie z. B. *C. monstrabella* Jenman aus dem höheren Jamaica. Ungenügend bekannt und zweifelhaft sind *C. conquisita* Jenman und *C. pendula* Jenman.

II. Afrikanisch-malagassische Arten.

Indusium bei der Reife schüsselförmig, mit geradem oder unregelmäßigem Rande. Wie es scheint mit der amerikanischen Gruppe **Ab** verwandt.

A. Ohne Stamm. B. einfach-gefiedert, Fiedern I. tief fiederspaltig: *C. humilis* Hieron. mit etwa 0,75 m langen Wedeln. Sori frei stets nur 1 Paar auf jedem Segment. Deutsch-Ostafrika im Urwald Usambaras bei etwa 1000 m. Eigentümliche Zwergform, die sich wie eine Reduction von *C. Holstii* und verw. ausnimmt.

B. Mit Stamm. B. doppelt-gefiedert, Fiedern II. fast senkrecht zur Costa gerichtet, seicht gekerbt oder gesägt. Meist mindestens $^2/_3$ der Segmente fertil.

Ba. Fiedern II. am Grunde der Costa angewachsen, höchstens die untersten frei: Gruppe sehr nahestehender Arten. — **Baα.** Fiedern II. nur in der vorderen Hälfte gezähnelt. — **BaαI.** Spindel kahl und glatt: *C. camerooniana* Hook., Stamm bis 2 m hoch, mit über 2 m langen Wedeln. Tiefschattiger Urwald Kameruns an Bächen. — *C. phanerophlebia* Bak., von Nordmadagascar, habituell an *Alsophila Taenitis* erinnernd. — **BaαII.** Spindel mit kurzen Borstenhaaren besetzt: *C. canaliculata* Willd. auf Madagascar und den Mascarenen. — **Baβ.** Fiedern II. fast ringsum gezähnt. — **BaβI.** Blattfläche fast kahl. Fiedern vorn sichelförmig zugespitzt: *C. mossambicencis* Bak., in dem Hinterlande von Mossambik. *C. Holstii* Hieron., mit niedrigem, nur 0,75 m hohem Stamme im Hochwald von Usambara scheint kleiner als vorige, wird aber wahrscheinlich durch Übergänge mit ihr verbunden. — **BaβII.** Blattfläche reichlicher behaart. Fiedern vorn stumpf abgerundet: *C. Welwitschii* Hook., auffällig durch die nach unten hin stark verschmälerten, nahezu sitzenden B., auf St. Thomé von 900 bis 2100 m.

Bb. Fiedern II. (wenigstens die unteren) am Grunde frei, zuweilen sogar etwas gestielt: 3 auffallende Formen mit 3—4 m hohem Stamme, in den Urwäldern Inner-Madagascars. *C. quadrata* Bak.; *C. appendiculata* Bak., sehr ähnlich, doch Fiedern II. am Grunde etwas geöhrt (Fig. 80, *G*); *C. cordata* (Desv.) Mett. (*C. marattioides* Kaulf.), Fiedern II. kurz gestielt. Costa mit kurzen Haaren; sonst wie *C. appendiculata*.

C. Mit Stamm. B. doppelt-gefiedert, Fiedern II. tief fiederspaltig oder fast gefiedert. Oft nur das unterste Drittel der Segmente fertil. Gruppe sehr nahestehender und in ihren Beziehungen näherer Aufhellung bedürftiger Arten. Folgende Übersicht ist ganz provisorisch.

Ca. Costulae nahezu kahl. — **Caα.** Segmente unterseits nicht bereift. — **CaαI.** Rand der Segmente nur in der vorderen Hälfte gesägt: *C. excelsa* Sw., auf den Mascarenen; ganz nahe *C. polyphlebia* Bak., aus dem inneren Madagascar. Bei beiden ist der Blattstiel glatt. Etwas rauh dagegen ist er bei *C. sechellarum* Mett. (Sechellen), bei der auch die Segmente etwas spitzer als bei vorigen auslaufen. — **CaαII.** Rand der Segmente fast ringsum gezähnt. Spindel muricat. Segmente um die Sori herum mit Schuppenhaaren besetzt: *C. Manniana* Hook., 5—6 m hoch, auf Fernando Po und dem gegenüberliegenden Teile des Festlands oft Wälder bildend. — **Caβ.** Segmente unterseits grauweiß bereift. — **CaβI.** Spindel glatt: *C. Hildebrandtii* Kuhn, auf der Insel St. Johanna (Comoren) von 800 bis 1200 m, außerordentlich verwandt mit *C. Boivini* Mett. (Majotte [Comoren] und Madagascar) und *C. segregata* Bak., in Inner-Madagascar, bei welch letzterer die Segmente der Fiedern II. von einander mehr entfernt stehen. — **CaβII.** Spindel muricat: *C. Preussii* Diels n. sp.; 4—5 m hoher Baum mit 1,5 m langen, prächtigen B. Sori ziemlich klein. Westafrika, in Urwäldern des Bakosii-Gebietes (Kamerun) bei 800 m von Preuss entdeckt.

Cb. Costula ± behaart oder beschuppt. Von vorigen schwach unterschieden, besonders den Arten von **CaβI.** außerordentlich nahetretend. — Ein ungemein formenreicher Kreis, von dem am frühesten die südlichsten Vertreter bekannt und beschrieben wurden als *C. Dregei* Kze.: Der Typus trägt auf 2—5 m hohem, zuweilen sogar verzweigtem Stamme eine schöne Krone. Die Wedel sind 1—1,5 m lang, oben dunkelgrün, unten heller gefärbt. Die Basis des Blattstiels ist etwas bestachelt, Spindel und Unterseite ± rotfilzig, besonders innerhalb der fertilen Zone; Fiedern II. tief fiederspaltig, Segmente länglich-eiförmig (Fig. 80, *F*), etwas sichelartig gebogen, ± gesägt. Das Indusium bleibt schüsselförmig mit unregelmäßigem Rande erhalten. — In dieser Form wächst der Farn besonders im Hügel- und Berglande von Ost- und Südafrika, wo er in Transvaal nicht selten ist und von dort den Ostabfall der Drakensberge südlich bis zum Tembuland (32°) begleitet. Er liebt belichtete Berghänge, zuweilen im Schutze der Buschbestände, oft auch der Sonne voll ausgesetzt. In solch exponierter Lage bleibt der Stamm niedriger, die Krone gedrungen, die Blätter rollen stark ihre Ränder ein. In der Nähe der Südgrenze erscheinen die Segmente sehr verschmälert und die Blatteinrollung am weitesten fortgeschritten. — Von den zahllosen mehr oder minder verschiedenen Formen, die sich an *C. Dregei* anschließen, seien genannt: *C. zambesiaca* Bak., sehr ausgezeichnet durch kurze, abgerundete Segmente der Fiedern II., im unteren Zambesigebiete. — *C. angolensis* Welw., mit unterseits etwas graubereiftem Laube; in den Bergen von Huilla zwischen 1000 und 1500 m, doch wenig verbreitet. Weniger typisch im niederen Angola. — *C. usambarensis* Hieron., mit stachligem Stamme, durchschnittlich längeren und weniger behaarten Segmenten, in vielen Formen im Berglande Deutsch-Ostafrikas 1200—2400 m (am Kilimandscharo). Manche zum Teil kahl werdende Varietäten erinnern an **Ca.** — *C. Kirkii* Hook., mit unten fast kahlen Segmenten, deren Rand kaum eingerollt ist, auf St. Johanna (Comoren) bis 1200 m; eng verwandt damit *C. flavovirens* Kuhn, aber mit eingerollten, nahezu ganzrandigen Segmenten; im inneren Madagascar.

III. Indische, malesische, pacifische Arten.

§. *Simplices.* (*Sinuatae* Christ). B. ungeteilt oder einfach-gefiedert mit ungeteilten, nur seicht gelappten Fiedern I. Sori nicht in den Gabelungen der Adern (*Schizocaena* f. Sm. pt.).

A. B. ungeteilt bandförmig, mit gewelltem Rande: *C. sinuata* Hook. et Gr. Stamm 0,6—1,2 m hoch. Höchst bemerkenswerte Form (Fig. 81), die einfachste Cyatheacee, von beschränktestem Vorkommen im Singha-Rajah-Wald auf Ceylon.

B. einfach-gefiedert. — **Ba.** Fiedern ganzrandig oder schwach gewellt: *C. Brunonis* Wall., im westlichen Hinterindien und auf den malesischen Inseln bis Celebes verbreitet. — **Bb.** Fiedern gekerbt, die unterste Kerbung ohrartig hervortretend: *C. Hookeri* Thw., viel zierlicher und kleiner als vorige, mit kurzem, $3^1/_2$ cm dickem Stamme. Im Inneren Ceylons.

§§. *Compositae* (*Bipinnatae* Christ). B. mindestens doppelt-fiederspaltig.

A. Indusium sich mit klaffendem Spalte öffnend und schüsselförmig mit glattem Rande bleibend. — *C. orientalis* Moore, auf Java und Celebes bei 1500 m.

B. Indusium regellos zerreißend, in verschiedenen, unbestimmten Formen bleibend.

Ba. Jedes Segment mit mehreren Soris. Anheftungsstelle der Sori unweit der Rippe. — **Baα.** Blattstiel bestachelt: *C. spinulosa* Wall. B. unterseits mit Schüppchen besetzt. Tracht von *Alsophila latebrosa*. Sehr verbreitet im Berglande von ganz Vorderindien,

an den Südhängen des Himalaya, von Nepal bis Assam zwischen 1200 und 1800 m, angeblich auch in Malesien und auf Oschima (südl. Japan 32° n. Br.). — *C. arachnoidea* Hook. B. unterseits grauweiß-filzig, auf den nördlichen Molukken und vielleicht in Queensland. — Sehr nahe steht, wie es scheint, *C. schizochlamys* Bak. (Sumatra).

Baβ. Blattstiel unbestachelt. — **BaβI.** Costulae oberseits kahl. So die typischen Formen von *C. javanica* Bl., Java und westliches Sumatra. — **BaβII.** Costulae oberseits behaart. — **1.** Sori auf jedem Segment meist 6—8: *C. Korthalsii* Mett., auf Sumatra mit ziemlich festem Indusium. — *C. crenulata* Bl., auf Java, mit zart häutigem Indusium. — In

Fig. 81. *Cyathea sinuata* Hook. *A* Habitus; *B* Teil eines fertilen B.; *C* Teil einer fertilen Blatthälfte mit Aderung und Soris. (Nach Hooker.)

die Nähe dürften zwei kürzlich entdeckte Formen des Pic von Bonthain (Südcelebes) gehören: *C. inquinans* Christ, bis 2850 m gemein, gedrungen, »von entschieden alpinem Habitus«, unterseits rostrot behaart; und *C. strigosa* Christ, ähnlich, aber mit weißlichen Schuppen (nach Art von **BbαI****) bekleidet. — **2.** Sori auf jedem Segmente 2—4: *C. Zollingeriana* Mett. auf Java, mit festem Indusium; *C. hymenodes* Mett., im westlichen Sumatra, mit zartem Indusium.

Mehrere Arten aus der Verwandtschaft von **Ba** wurden aus Borneo beschrieben: *C. sarawakensis* Hook. (von welcher *Alsophila alternans* Hook. ein Stadium ist), *C. assimilis* Hook., und *C. Havilandii* Bak., »Habitus von *Alsophila pruinata* (s. S. 135)«, am Kinabalu gegen 3400 m. Ihre näheren Beziehungen untereinander und mit den aufgeführten Arten des übrigen Malesiens bedürfen weiterer Prüfung. Auch *C. sumatrana* Bak. kenne ich nicht; sie verlangt weitere Aufhellung.

Bb. Jedes Segment mit mehreren Soris. Anheftungsstelle der Sori in der Mitte zwischen Rippe und Rand, selten der Rippe ein wenig näher.

Bbα. Fertile Segmente ganzrandig oder seicht gekerbt, gezähnt, gesägt (vgl. auch **Bbβ** die ersten Arten!)

BbαI. B. unten nicht weiß bereift. — **BbαII.** Costulae oberseits ± behaart: Hierher eine Reihe außerordentlich nahestehender Formen: * Unterseite der Rippen und Adern kahl oder mit einfachen Haaren: *C. integra* J. Sm., mit 5 m hohem Stamme, auf Luzon. Die von Mettenius zugezogene Form von Amboina weicht erheblicher ab und leitet über zu *C. propinqua* Mett., mit wenig lederigem Laube und meist schlankeren, ± gesägten Segmenten. Sehr verbreitet auf Samoa und Fiji. — Als zweifelhaft erwähne ich neben diesen beiden *C. suluensis* Bak. (Sulu-Archipel), *C. fusca* Bak., vom südöstlichen Neuguinea, *C. sclerolepis* Bak. und *C. Lenormandi* Vieill. in Neucaledonien, *C. Cumingii* Bak., mit ganzrandigen kahlen Segmenten, *C. Moseleyi* Bak. und *C. societarum* Bak., mit unterseits etwas behaarten Rippen, im südöstlichsten Polynesien. — ** Unterseite der Rippen und Adern mit hellfarbigen, blasig-gewölbten Schüppchen bedeckt: Melanesische Arten. — † Fiedern II. kurz zugespitzt *C. aneitensis* Hook. (Neue Hebriden). — †† Fiedern II. lang zugespitzt. — △ Segmente kaum $^1/_3$—$^1/_4$ so breit wie lang: *C. nigricans* Mett., auf einigen Inseln der Carolinen. — △△ Segmente etwa $^1/_2$ so breit wie lang: *C. Brackenridgii* Mett., mit behaarten Rachis (Salomoninseln), *C. leucolepis* Mett., mit glatter Rhachis. (Neue Hebriden.) — **BbαI2.** Costula oberseits fast oder ganz kahl: *C. Milnei* Hook. (Kermadec Isl.), *C. Macarthurii* F. v. M. (Lord Howe Isl.) stehen sich außerordentlich nahe. Ihnen zur Seite stellt Baker seine *C. scabra* Bak. und einige andere Arten von Samoa. — **BbαII.** B. unten silberweiß bereift: *C. dealbata* Sw., in mehreren Varietäten. Prachtvolle Art des Neuseeländischen Gebietes (incl. Lord Howe- und Chatam-Inseln), und der häufigste Baumfarn dort (»Silver-Treefern«). Stamm bis 12 m hoch. B. 3—6 m lang werdend. Bewohnt die Wälder besonders der etwas trockneren Distrikte; an der so feuchten Südwestküste daher nur vereinzelt.

Bbβ. Fertile Segmente tief gekerbt oder fast fiederschnittig. — **BbβI.** Costulae oben behaart: Hier stehen einige Formen Neucaledoniens noch auf der Grenze gegen **α**, indem die Gliederung des Blattes mitunter weniger weit fortgeschritten ist: *C. inciso-crenata* Bak. leitet über zu der am längsten bekannten Form, *C. Vieillardii* Mett., mit etwa 4 m hohem Stamme, einem verbreiteten Farnbaum der Bergwälder zwischen 500 und 1200 m. Ihr scheinen nahe zu stehen *C. interjecta* Bak. und *C. albifrons* Vieill. »mit unterseits weißem« (bereiftem?) Laube. — *C. Cunninghamii* Hook. f., mit sehr tief geteilten Segmenten (Fig. 80, *H*) der zierlichste Baumfarn Neuseelands. B. weich, schlaff. In sehr schattigen Waldschluchten der Nordinsel, auf der Südinsel nur selten im nördlichsten Viertel. — **BbβII.** Costulae oben kahl: *C. medullaris* Sw., der vorigen nahestehend. Südostaustralien, Tasmanien, Tahiti und in den Wäldern Neuseelands weitverbreitet, nur den trockensten Gebieten fehlend. Einige Formen der Nordinsel wurden von Colenso specifisch abgetrennt. »Black-Fern« der Colonisten, »Mamaku« der Maoris, denen früher das Mark ein Nahrungsmittel lieferte. — Nahe stehen *C. brevipinna* Bak. (Lord Howe Insel) und *C. Muelleri* Bak. (Gebirge Südost-Neuguineas).

Bc. Jedes Segment mit 1, höchstens 2 Soris, welche es völlig bedecken: *C. Macgregorii* F. v. M. Stamm höchstens 0,6 m hoch, die starren B. etwa 0,4 m lang, 0,025 m breit. Die Fiedern II. (2,5 cm lang, 0,4 cm breit) sind mit runden, oft blasig-gewölbten Segmenten versehen, von denen die fertilen völlig vom Sorus ausgefüllt werden. Sehr interessante, höchst reducierte Form aus dem Hochgebirge Südost-Neuguineas zwischen 3000 und 4000 m, zusammen mit *Ranunculus* und *Epacridaceen*.

6. **Hemitelia** R. Br. (incl. *Actinophlebia* Presl, *Alsophila* sect. *Hymenostegia* J. Sm., *Amphicosmia* Gardn., *Cnemidaria* Presl, *Hemistegia* Presl, *Microstegnus* Presl). Wie *Cyathea*, aber das Indusium (Fig. 82, *C*) in verschiedenem Grade unvollständig, oft nur als Schuppe entwickelt, mitunter sehr klein. — Habitus genau wie vorige. Beschrieben sind aus Amerika gegen 30, aus Afrika und Madagascar 4, aus dem asiatisch-pacifischen Gebiete gegen 10 Species.

Ich fasse diese Gattung in dem Sinne der Hooker-Baker'schen Synopsis; nicht als ob ich an ihre Natürlichkeit glaubte, sondern weil sie beizubehalten ist, solange man die Ausbildung des Indusiums für die Classification der *Cyatheeae* überhaupt in Verwendung bringt. Hierzu sehe ich mich im vorliegenden Falle gezwungen, entgegen meinen bei den Polypodiaceen befolgten Principien, aus rein praktischen Rücksichten. Wenn J. Smith (Historia Filicum, p. 246) und neuerdings Christ *Hemitelia* auf die von

Hooker dort untergebrachten amerikanischen Species beschränken will, so hebt er damit vielleicht eine natürliche Entwickelungsreihe der *Cyatheeae* heraus, aber er kann sie unmöglich mit irgend einem durchgreifenden Charakter umschreiben. Denn die an einigen Arten auftretenden Anastomosen benachbarter Aderngruppen (Fig. 82, *A*) gehen bei fast allen besser gegliederten Blättern der Gruppe verloren und zeigen sich auch bei den einfacheren keineswegs constant, wie bereits Mettenius ausführlich dargelegt und an *H. Karsteniana* Kl. abgebildet hat (Fil. H. B. Lips. S. 110 Taf. XXIX). Um ein wenigstens für praktische Zwecke stellenweise brauchbares Einteilungsmotiv zu behalten,

Fig. 82. *A Hemitelia grandiflora* Spreng., 2 Segmente der Fiedern I. — *B—D H. andina* Karst.: *B* 2 Segmente der Fiedern II.; *C* Sorus mit Indusium; *D* Sporangien; *E* Sporen; *F, G H. capensis* (L.) R. Br.: *F* 2 Segmente der Fiedern II.; *G* Teil einer Adventivfieder. (*A, F* nach Hooker; *B—E* nach Karsten; *G* Original.)

empfiehlt es sich also, die Hooker'sche Classificierung einstweilen zu adoptieren, da sonst die Formenmasse noch unübersichtlicher wird, als sie es schon heute ist.

§ *Cnemidaria* Presl (als Gattung). Unterste Seitenadern benachbarter Medianen meist anastomosierend oder durch einen Quernerv mit einander in Beziehung gesetzt. Auch sonst finden sich hier und da Anastomosen zwischen den gabelig verzweigten Adern. — Amerikanische Arten.

A. B. einfach gefiedert. — **Aa.** Fiedern I. ganzrandig oder schwach gewellt. Sori in der Mitte der Seitenadern: *H. Karsteniana* Klotzsch, Venezuela. — **Ab.** Fiedern I. gelappt. — **Abα.** Sori der Mittelrippe näher als dem Rande. Fiedern I. schlank, lang zugespitzt: *H. mexicana* Liebm. (*H. decurrens* Liebm.) Südmexiko, stattlicher Farn der Urwälder bei 900 m. — **Abβ.** Sori dem Rande näher als der Mittelrippe; Fiedern I. kurz zugespitzt: *H. subincisa* Kze., von Guatemala bis Peru. — **Ac.** Fiedern I. bis weit über die Mitte eingeschnitten. Sori gegen die Spitze der Seitennerven angeheftet. — **Acα.** Segmente stumpf: *H. grandifolia* Spreng. (Fig. 82, *A*), die untersten Seitenadern haben bei ihr oft keine Anastomosen; Antillen, nördliche Anden, Nordbrasilien. — **Acβ.** Segmente zugespitzt: *H. horrida* R.Br., Stamm 2—3 m hoch. Antillen und Anden von Columbien und Ecuador.

B. B. doppelt gefiedert: *H. petiolata* Hook. Fiedern II. ganz oder tief fiederspaltig. Nerven in den einfacheren Fiedern II. frei, bei den complicierter gegliederten verbunden: bildet den Übergang zu folgender Section. Panama und Insel Gorgona vor der westcolumbischen Küste.

§§ *Amphicosmia* Fée pt. non Gardn. Meist alle Seitenadern frei. Auf jedem Segmente mehrere Sori.

A. B. einfach gefiedert. Nur amerikanische Arten. — **Aa.** Fiedern I. ganzrandig: *H. speciosa* Hook. Sori gegen die Spitze der Seitenadern. Columbien. — *H. Lindeni* Hook., hat dünnere B. Venezuela. — **Ab.** Fiedern I. gelappt: *H. bella* Rchb. f. B. etwas lederig. Venezuela. — **Ac.** Fiedern I. über die Mitte eingeschnitten: *H. apiculata* Hook., in Südmexiko und Brasilien.

B. Fiedern I. bis zur Rachis eingeschnitten: B. wenigstens z. T. doppelt gefiedert.

I. Amerikanische Arten.

Ba. Segmente, bezw. Fiedern II. in der Mitte stärker eingeschnitten als am Grunde: *H. Wilsoni* Hook., Jamaika bei 300 m. — **Bb.** Segmente, bezw. Fiedern II. ringsum gleichmäßig eingeschnitten. — **Bbα.** Blattstiel glatt. — **BbαI.** Fiedern der Rachis gegliedert angefügt: *H. macrocarpa* R.Br., in Guiana und Ostbrasilien. — *H. firma* Bak. (Ecuador) und *H. escuquensis* Karst. (westliches Venezuela) vertreten die Gruppe in den Anden. — **BbαII.** Fiedern der Rachis nicht gegliedert angefügt: *H. subcaesia* Sod. und *H. Joadii* Bak. in den nördlichen Anden. *H. Traillii* Bak. im Amazonas-Gebiete. — **Bbβ.** Blattstiel bestachelt: *H. multiflora* R.Br., bis 3 m hoher Baum mit bis 1,5 m langen B.; Habitus, Bekleidung und Indument in recht verschiedenen Formen auftretend, die von Baker (Flor. Brasil. I, 2, 313) als durch zahlreiche Übergänge verbunden zusammengezogen und als heimisch angegeben werden in Westindien, Columbien, Guiana und Nordbrasilien. — Seitdem sind wiederum zahlreiche Formen aus dieser Verwandtschaft beschrieben worden, die ich z. T. nicht gesehen habe und daher anhangsweise hier aufführe: *H. crenata* Sodiro, mit großem Indusium, vielleicht besser zu *Cyathea* zu stellen (Ecuador.) — *H. cystolepis* (Sodiro) Bak., mit kleinem Indusium, unterseits mit verschieden geformten Schuppen (Ecuador), vielleicht mit mehreren älteren Arten zu vergleichen: so z. B. *H. andina* Karst. (Fig. 82, *B—D*) (ob = *H. Joadii* Bak.?), bis 2 m hoher Baum, mit unterseits weißbeschuppten B., bei 2500 m in Columbien. Ihm steht nahe *H. Lindigii* Bak. (Columbien), doch sind die Schuppen weniger zahlreich und die B. etwas stärker gezähnt, sowie *H. Hartii* Bak. — Auf Jamaica beschränkt sind *H. Sherringii* Jenman und *H. parvula* (Jenman) Bak. — Von älteren Arten schließen sich dem Kreise der *H. multiflora* noch an: *H. setosa* Mett., in Brasilien, *H. nigricans* Presl, von Guatemala bis Peru, *H. costaricensis* Mett., in Costarica und Panama. — **Bc.** Fiedern II. bis zur Rachis eingeschnitten. — **Bcα.** B. häutig. Segmente gesägt: *H. calolepis* Hook. Blattstiel unten weiß beschuppt. Cuba. — **Bcβ.** B. halblederig. Segmente tief gelappt. — **BcβI.** Segmente klein, Costulae unterseits behaart: *H. platylepis* Hook. Blattstiele unten mit großen dunkelbraunen Schuppen. Urwälder des Amazonas-Gebietes. — **BcβII.** Segmente groß, ihre Lappen wiederum gezähnt. Costulae unterseits kahl. *H. Lechleriana* Mett. ined. Ostperu (Lechler n. 2650. 2654).

II. Altweltliche Arten.

Den hier untergebrachten Formenkreis verknüpft mit den vorher behandelten amerikanischen Arten kaum eine unmittelbare Verwandtschaft. Vielmehr zeigt sich nirgends klarer als hier die Künstlichkeit der ganzen Einteilung, indem der Anschluss sowohl an *Cyathea*- wie *Alsophila*-Arten sich aufs deutlichste offenbart. Es herrscht daher vorläufig vollkommene Unklarheit über die Ausdehnung folgender »Arten« und ihre gegenseitigen Beziehungen. Folgendes Schema erläutere die Eigenschaften einiger der charakteristischeren Typen:

Ba. Blattstiel bestachelt: *H. Brunoniana* Wall., an den Vorbergen des östlichen Himalaya, von Ostnepal bis Bhutan zwischen 1200 und 2250 m, der *Cyathea spinulosa* (S. 127) ähnlich, durch geringere Bestachelung, breitere und kürzere Segmente unterschieden.

Bb. Blattstiel fast oder ganz glatt. Die Tiefe der Einschnitte der Fiedern II. nimmt zu etwa in folgender Stufenfolge: *H. alterans* (Hook.), von Beddome hierher gestellt, sehr zweifelhafte Form von Penang. — *H. Walkerae* Hook., mit sehr lederigem Laube, außerordentlich unbeständig in der Ausbildung des Indusiums; in den Gebirgen Inner-Ceylons bis 1800 m. — *H. boninsimensis* (Christ) Diels, vielleicht dem Kreise der *Alsophila glabra* Hook. angehörig, doch mit deutlichem, halbkreisförmigem Indusium. Boninninseln. — *H. Junghuhniana* Mett., mit sehr kleinem Indusium und nur durch dessen Vorhandensein von nahestehenden *Alsophila* (*A. crenulata* Mett. u. a.) getrennt. Java und Sumatra. — Sehr nahe verwandt damit scheinen *H. Melleri* Bak. und *H. glandulosa* Kuhn, auf Madagascar, die das Indusium etwas deutlicher ausgeprägt zeigen. — Desgleichen stehen wohl nicht fern: *H. tahitensis* Bak., der Vertreter der Gruppe auf Tahiti; und vielleicht die mir unbekannte *H. denticulata* Hook. f. (Elisabethinsel), mit häutigem Laube, dessen Segmente nur je 4 Paar Seitenadern besitzen. — Sehr zierliches Laub, dessen Fiedern II. nahezu bis zur Costula eingeschnitten, trägt *H. Smithii* Hook. Ihr Stamm ist bis 7 m hoch; die letzten Segmente zugespitzt und bedeutend kleiner als bei allen vorigen, erinnern in ihrer Form etwas an die unten folgende *H. capensis* (L.) R.Br. In ganz Neuseeland, bis zur Stewartinsel. — Anhangsweise sei hier erwähnt die mit keiner anderen paläotropischen Form vergleichbare *H.? velaminosa* Diels n. sp. Auf 1 m hohem Stamme trägt sie mehr als 2 m lange, sehr dünne, fast kahle B., deren Fiedern II., fast bis zur Costula eingeschnitten, gesägte Segmente besitzen. Die Sori sind gehüllt in ein großes (wie es an dem weit vorgeschrittenen Materiale scheint) einseitiges Indusium. Westafrika: im Kamerun-Gebirge bei 950 m sparsam von Preuss gesammelt.

§§§ *Hemiteliella* Diels (*Amphicosmia* Gardn., *Hemitelia* Presl). (Fig. 82, *F*, *G*). Alle Seitenadern frei. Auf jedem Segmente fast ausnahmslos nur 1 großer Sorus, der am Grunde der untersten Seitenader angeheftet ist: *H. capensis* (L.) R.Br. Stamm 1,5—5 m hoch, 0,07—0,15 m im Durchmesser. B. 2—3 m lang, 0,6—1 m breit, von häutiger Textur, ihre Segmente scharf gesägt. Fast stets Adventivblätter vorhanden, die für Thunberg's *Trichomanes incisum* gelten, obgleich es nicht sicher ist, dass Thunberg die Art kannte. Südafrika, in schattigen Lagen, an Wasserfällen und Bächen, im inneren Natal (bei 900 m) sehr verbreitet und von dort dem Plateauabfalle bis zum Tafelberge folgend. Angeblich auch auf den Mascarenen. Außerdem aber, und zwar selten, in Ostbrasilien, Prov. Minas und Rio de Janeiro. — Dagegen bedarf die Angabe der Pflanze von Java der Bestätigung; wahrscheinlich bezieht sie sich auf *Alsophila crenulata* (Mett.), die allerdings in täuschend ähnlichen Formen vorkommt. Die Natur des »Indusiums« bei dieser verlangt weitere Prüfung. Mettenius scheint die gewöhnlichen Schuppentrichome der Costula dafür gehalten zu haben.

7. **Alsophila** R.Br. (*Amphidesmium* Schott, *Chnoophora* Kaulf., *Dichorexia* Presl, *Gymnosphaera* Bl., *Lophosoria* Presl, *Trichopteris* Presl). Von *Cyathea* nur durch den Mangel des Indusiums (Fig. 83, *B*) unterschieden, sonst auch habituell vollständig mit ihr übereinstimmend. Sori meist behaart (sect. *Trichostegia* J. Sm.), selten kahl (sect. *Gymnosphaera* J. Sm.).

Die Zahl der beschriebenen Art beläuft sich auf etwa 50 in Amerika, auf etwa 12 in Afrika und Madagascar, und auf ebenfalls nahezu 50 im asiatisch-pacifischen Gebiete.

I. Amerikanische Arten.

§ *Metaxya* (Presl als Gattung, erweit.) B. einfach gefiedert (*Amphidesmium* Schott).

A. Fiedern I. wenigstens in der unteren Hälfte ganzrandig: *A. blechnoides* (Sw.) Hook. Aus kriechendem Rhizom 1 m lange gebüschelte Blätter in bodenständiger Krone erhebend. Fiedern lanzettlich, der Spitze zu gesägt, sonst meist völlig ganzrandig, bei einigen Varietäten gelappt. Nerven ∞, parallel, meist einfach, je 1—3 dorsale Sori tragend. In der Form der B. ein merkwürdiges Seitenstück zu *Cyathea Brunonis* (S. 127), durch die Aderung und Indusiummangel total verschieden. Amazonas-Gebiet, Guiana, Panama bis Guatemala, Trinidad.

B. Fiedern I. fiederspaltig, an den Rippen etwas behaart: *A. bipinnatifida* Bak. in Guiana.

C. Fiedern I. fiederspaltig, ziemlich dicht behaart. — **Ca.** Costa unterseits mit braunen Schuppen: *A. phegopteroides* Hook. Stamm 1 m hoch, im östlichen Peru. —

Cb. Costa unterseits fast ohne Schuppen: *A. pubescens* Bak. Stamm 2—3 m hoch, Ostperu und Columbien. — In Bezug auf die Blattcomposition würde mit ihren fast zum Grunde fiederspaltigen Fiedern I. den Übergang zu §§ vermitteln: *A. latevagans* Bak., in offenen Wäldern Columbiens bei 2000 m, falls diese ungenügend bekannte Art wirklich zu *Alsophila* gehört.

§§ *Trichopteris* (Presl als Gattung). Mit Stamm. B. doppelt gefiedert. Fiedern II. ganzrandig oder seicht gekerbt. Receptaculum oft stark behaart.

A. Fiedern II. wenigstens in der unteren Hälfte ganzrandig: *A. Taenitis* (Roth) Hook. Stamm 1,5—7 m hoch, armdick. In dichten Wäldern Ostbrasiliens.

Fig. 83. *Alsophila frigida* Karst.: *A* Fieder III. Ober- und Unterseite; *B* Sorus-Querschnitt. — *C A. pruinata* Kaulf., Fieder III. — *D, E A. podophylla* Hook. f.: *D* Fieder II.; *E* Stück davon mit Soris. — *F A. tristis* Bl. (*A, B* nach Karsten; *C, F* Original; *D, E* nach Hooker.)

B. Fiedern II. gekerbt. — **Ba.** Sori der Rippe näher angeheftet. — **Baα.** B. unterseits kahl: *A. Glaziovii* Bak., von Rio de Janeiro beschrieben. — **Baβ.** B. unterseits mit kleinen Borsten besetzt: *A. elegans* Mart., auf niedrigem Stamme 1—1½ m lange B. tragend. Südostbrasilien. — **Bb.** Sori etwa in der Mitte zwischen Rippe und Rand angeheftet. Unterseits blasige Schuppen vorhanden: *A. pterorachis* Bak., mit kleinen Soris in Ostperu; *A. sagittifolia* Hook., mit größeren Soris, die Fiedern II. habituell an die von *Cyathea appendiculata* Bak. erinnernd. Trinidad. — **Bc.** Sori dem Rande näher angeheftet: *A. marginalis* Klotzsch, mit starker Beschuppung an den Rippen des 1½ m langen B. Schöne und ausgezeichnete Art in Brit. Guiana und am Roraima.

§§§ Mit Stamm. B. doppelt gefiedert. Fiedern II. ± eingeschnitten.

† *Haplophlebia* Mart. Adern alle oder fast alle einfach. Sori dorsal.

A. Fiedern II. höchstens bis zur Mitte eingeschnitten.

Aa. Unterste Fiedern II. kürzer als die folgenden. — Aaα. Fiedern II. gerade. — AaαI. Fiedern II. stumpf oder kurz zugespitzt. *A. atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Presl. 1,5 m hoch. In Urwäldern Südostbrasiliens, angeblich auch auf Juan Fernandez und in Panama. *A. radens* Kaulf., mit unten grau behaarter Spreite, in Wäldern Südostbrasiliens, steht voriger sehr nahe; auch *A. trichophlebia* Bak. (Paraguay) scheint sich ihr eng anzuschließen, vielleicht auch *A. macrosora* Bak. (Roraima) und *A. floribunda* Hook. (Ostperu). — Aaβ. Fiedern II. sichelförmig nach oben gekrümmt: *A. falcata* Mett., etwas eigenartig aussehende Species, mit wenig zahlreichen Soris auf den Segmenten, in Panama.

Ab. Unterste Fiedern II. länger als die folgenden. Unterseite der B. fast kahl oder blasig beschuppt: *A. procera* (Willd.) Kaulf. Ostperu und Brasilien verbreitet. *A. arbuscula* Presl ist mit ihr durch zahlreiche Übergänge verbunden und bewohnt dasselbe Gebiet.

B. Fiedern II. über die Mitte hinaus eingeschnitten. — Ba. Spreite etwas lederig. — Baα. Aderung der Segmente 3—4-jochig: *A. oblonga* Klotzsch. Columbien bis Guiana. — Baβ. Aderung der Segmente 6—8-jochig: *A. pungens* Kaulf., Guiana. — Bb. Spreite krautig. — Bbα. Sori zwischen Rippe und Rand in der Mitte angeheftet: *A. Schiedeana* Presl, B. unterseits kahl oder mit flachen Schuppen, in Südmexiko und Guatemala; vielleicht nur eine Form von *A. compta* Mart., deren Typus unterseits blasige Schüppchen besitzt und die von Panama die Anden bis Ecuador begleitet, sowie auch von dort nach Brasilien übertritt. — Bbβ. Sori unweit des Randes angeheftet: *A. praecincta* Kunze in Ostbrasilien.

†† *Dicranophlebia* Mart. Adern meist gegabelt. Sori an der Gabelungsstelle angeheftet.

A. Segmente 3—4mal länger als breit. Seitenadern 6—9 jederseits im Segmente. — Aa. B. kahl oder beschuppt. — Aaα. B. lederig. — AaαI. Fiedern II. gestielt. *A. gibbosa* Klotzsch. Costula unten ohne Schuppen, von Guiana bis Ostperu. — *A. vernicosa* Mett. Costula unten weiß beschuppt. Venezuela. — AaαII. Fiedern II. sitzend: *A. aspera* R.Br. Stamm bis 10 m hoch, in Guiana. Zu Aaα gehören ferner: *A. melanopus* Bak., Blattstiel schwarz beschuppt, in Ecuador nahe der Baumgrenze, nach Sodiro noch bei 3300 m; *A. chimborazensis* Hook. und *A. Sprucei* Bak., letztere stammlos, am Chimborazo; alle 3 letzten stark an *Cyathea divergens* erinnernd. — Aaβ. B. krautig. — AaβI. Rachis hellbraun. — AaβI1. Sori etwa in der Mitte der Adern angeheftet. — * B. unterseits ganz kahl: *A. microphylla* Klotzsch, in Columbien und Venezuela. — ** B. unterseits sparsam beschuppt und wenig behaart: *A. phalerata* Mart. (*A. infesta* Kunze), in Bergwäldern des tropischen Amerikas in seiner nördlichen Hälfte weit verbreitet: Antillen, Columbien bis Nord- und Ostbrasilien. — *** B. unterseits dicht beschuppt: *A. leucolepis* Mart., in schattigen Wäldern von Südostbrasilien. — AaβI2. Sori unweit der Rippe angeheftet: *A. caracasana* Karst., größer wie *A. microphylla* Klotzsch, in Venezuela. — AaβII. Rachis schwarz: *A. nigra* Mart. Stamm 2,5 m hoch, in den Urwäldern von Amazonas. — Ab. B. deutlich behaart. — Abα. Blattstiel sehr schwach muricat: *A. villosa* Desv., Urwälder von Columbien bis Südostbrasilien, und auch in Südchile gesammelt. — Abβ. Blattstiel deutlich muricat. — AbβI. Untere Segmente die Rachis deckend: *A. plagiopteris* Mart., in Südostbrasilien. — AbβII. Untere Segmente die Rachis nicht deckend. — AbβII1. Fiedern I. gegenständig: *A. conjugata* Spruce, bis 14 m hoch werdend, in Ecuador. — AbβII2. Fiedern I. wechselständig: *A. paleolata* Mart. non Mett., den *Haplophlebia*-Formen Bb sehr verwandt, in Ostbrasilien häufig. — Mehrere Formen der Anden schließen sich hieran an: Eine besonders reich beschuppte ist *A. senilis* Karst. (Columbien), der *A. Sodiroi* Bak. sehr nahe kommt. Durch stark fleischig-lederige B. mit rotbraunem Filze fällt *A. aterrima* Hook. auf.

B. Segmente 4—6mal länger als breit. Seitenadern mindestens 10 jederseits im Segmente.

Ba. Segmente gekerbt. — Baα. Spindel und Blattfläche unterseits nahezu kahl: *A. ferox* Presl, bis 7 m hoher Baum, im ganzen tropischen Amerika, noch in Südbrasilien gemein. Eine Form mit langen, caudaten Fiedern II. ist *A. myosuroides* Liebmann in Südmexiko. — Baβ. Spindel und Blattfläche unterseits weichzottig-behaart: *A. armata* Presl, bis 14 m hoch, ebenfalls im ganzen tropischen Amerika, von Nordmexiko bis Südbrasilien, auf den Antillen einer der häufigsten Baumfarne, auch in den Anden häufig. — Starreres Laub, unten noch dichter behaart, besitzen *A. elongata* Hook. und *A. Poeppigii* Hook. in Ostperu. Auch *A. pallescens* Sod., mit bleibenden Schuppenhaaren gehört vielleicht hierher. — *A. mexicana* Mart. leitet zur folgenden Gruppe über.

Bb. Segmente tief gelappt: *A. bicrenata* Fourn., Guatemala bei 1200 m, in der Biolog. centr.-amer. zu *A. armata* Presl gezogen. — *A. Godmani* Hook., sehr auffallende

Form mit hochentwickelter Blattteilung. Die dicht-gedrängt stehenden Fiedern II. sind tief fiederspaltig und ihre unteren Segmente ihrerseits abermals fiederspaltig. Guatemala.

§§§§ B. dreifach gefiedert.

A. Fiedern III. gekerbt-gesägt oder kurz gelappt. — **Aa.** Fiedern III. kurz gestielt: *A. Salvinii* Hook., Stamm 1—1½ m hoch. B. lederig, mit schwarzer Rachis. Receptaculum oft zweilappig. Guatemala in Hochwäldern bei 1400 m. — **Ab.** Fiedern III. sitzend. *A. frigida* Karst. Stamm nur 0,3—0,4 m hoch (Fig. 84), gedrungen, eine 1½ m hohe Krone tragend. Rachis weißwollig. Fiedern III. (Fig. 83, *A, B*), mit zurückgekrümmten, unten stark behaarten Lappen. Auf grasigen Höhen der Anden Columbiens.

Fig. 84. *Alsophila frigida* Karst. Habitus. (Nach Karsten.)

B. Fiedern III. tief fiederspaltig. — **Ba.** B. unterseits nicht grauweiß bereift: *A. oligocarpa* Fée, Stamm bis 3 m hoch, Fiedern I. bis 0,6 m lang, an feuchten, schattigen Hängen der Anden von Merida bei 1500 m. — Hieran schließt sich *A. hispida* Bak. aus Columbien. — **Bb.** B. unterseits grauweiß bereift: *A. pruinata* Kaulf. (*Lophosoria* Presl). Eigentümliche Art. B. mit unten dicht wolligem Stiele. Fiedern I. 0,3—0,5 m lang. Sori einzeln nahe den Hauptadern, je 1 auf den Segmenten letzter Ordnung (Fig. 83, *C*), sehr verbreitet in Mittel- und Südamerika, von Südmexiko und Westindien längs den Anden bis Bolivien und Mittelchile, sowie nach dem östlichen Brasilien reichend.

II. Afrikanische und malagassische Arten.

A. B. einfach gefiedert. Fiedern I. sehr tief fiederspaltig, Segmente ganzrandig oder gekerbt. Niedrige Farnbäume, Stamm selten über 2 m, mit häutigen B. Afrikanischer Continent.

Aa. Segmente ganzrandig: *A. obtusiloba* Hook. im Berglande von Gabun. — **Ab.** Segmente in der vorderen Hälfte seicht gesägt: *A. Zenkeri* Hieron., mit glänzend dunkelroter, fast kahler Rachis, und *A. camerunensis* Diels n. sp., mit gelblicher, rotbraunhaariger Rachis, beide in Urwäldern Kameruns. — In die Nähe gehört auch *A. althiopica* Welw., das in Angola zwischen 300 und 750 m heimisch ist. — **Ac.** Segmente ringsum tiefer gekerbt-gesägt: *A. Holstii* Hieron., Ostafrika im Urwald von Usambara bei 1000 m.

B. B. zwei- bis dreifach gefiedert: untere Fiedern II. gefiedert, nach vorn fiederspaltig. Malagassisches Gebiet. Die Arten neigen zur Bildung von Adventivb. und verraten Beziehungen zu der brasilianischen *A. paleolata*-Gruppe.

Ba. Fiedern III. ganzrandig: *A. Baroni* Bak. im inneren Madagascar. — **Bb.** Fiedern III. eingeschnitten gezähnt. Costa und Costulae oberseits filzig, unterseits mit blasigen Schuppen besetzt: *A. Boivini* Mett. in Madagascar und den Comoren, vielleicht identisch mit *A. bullata*

Bak. — Bei *A. vestita* Bak. ist das Indument stärker ausgebildet. — Zwei mir unbekannte Formen des nordwestlichen Madagascars, A. *castanea* Bak. und *A. simulans* Bak. rechnet der Autor ebenfalls dieser Gruppe hinzu.

III. Indische, malesische, pacifische Arten.

A. Fiedern II. ungeteilt bis tief eingeschnitten. Ihre Segmente nicht frei, seicht gekerbt oder gezähnt. Seitenadern häufig einfach, doch auch gegabelt. Die Aderung sehr übereinstimmend mit der des B. von *Cyathea sinuata* Wall.

Aa. Fiedern II. ganz oder seicht gekerbt, ausnahmsweise fiederspaltig. — **Aaα.** B. häutig. *A. podophylla* Hook. f. (Fig. 83, *D*, *E*). B. unterseits fast ohne Schuppen. Hongkong. — Bildet (ebenso wie in umgekehrtem Sinne *A. glabra* Hook. in **Abα**) den Übergang zur folgenden Gruppe **Ab**. — Nahe verwandt ist *A. dubia* Bedd. in Malakka und Borneo. — **Aaβ.** B. ziemlich fest. *A. Rebeccae* F. v. M. Fiedern II. von spitzwinkelig-dreieckiger Gestalt, leicht gekerbt, unterseits beschuppt. Nordostaustralien. Steht *A. podophylla* sehr nahe, ist aber im ganzen kleiner.

Ab. Fiedern II. (vorwiegend) tiefer gelappt, oft tief fiederspaltig.

Abα. Seitenadern vorwiegend (nicht immer) einfach. Sori daher häufig nicht an der Gabelung inseriert. — Unbewehrte Bäume. — Hierher die noch weniger stark geteilten Formen, alle untereinander und mit **Abβ** außerordentlich verwandt und noch näherer Untersuchung bedürftig. — **AbαI.** Ausschnitte zwischen den Segmenten verkehrt-dreieckig. — 1. Sori median, stets auch in der vorderen Hälfte des Segmentes vorhanden, im ganzen eine deutlich ⋀-förmige Figur bildend: *A. glabra* Hook. Bis 18 m hoher Farnbaum, mit außerordentlich variabelem Laube. Die Segmente sind oft an derselben Pflanze einfach und fiederspaltig. Besonders weit geht die Teilung bei den Himalaya-Exemplaren, die z. T. schon unter **AbαII** fallen. Sori ohne Haare. Verbreitete Art des asiatischen Monsun-Gebietes: in allen feuchteren Berggegenden Vorderindiens mit Ceylon bis 1200 m an schattigen Plätzen, namentlich häufig am Himalaya von Nepal östlich, ferner Hinterindien, Südchile, auch Boninseln und im malesischen Archipel allgemein. — Wohl wenig differenzierte Localformen sind die mir unbekannten *A. rheosora* Bak. (Tonkin) und *A. formosana* Bak. (Formosa). — 2. Sori meist auf die untere Hälfte der kurzen Segmente beschränkt: *A. commutata* Mett., von *A. glabra* auch durch festere Consistenz des Laubes unterschieden, am Ophir (Malakka). — **AbαII.** Ausschnitte zwischen den Segmenten schmal-lineal. — 1. Fertile B. breit, fast rechteckig: *A. comosa* Wall., Osthimalaya bis 2000 m, Hinterindien und große Sundainseln in mehreren Formen, verliert sein Laub während der Regenzeit. — 2. Fertile B. schmal-oblong: *A. ornata* J. Scott (nach Gammie von *A. sikkimensis* Clarke & Bak. und *A. Oldhami* Bedd. nicht trennbar) »Dang paschin« der Eingeborenen, und *A. Andersoni* J. Scott mit dünnerem, unterseits auch auf der Fläche zerstreut behaartem Laube, »Pulai-nock« in Sikkim, beide in den Vorbergen des östlichen Himalaya zwischen 500 und 750 m.

Abβ. Seitenadern meist dicht am Grunde gegabelt. Sori gabelständig und daher also der Mittelrippe stark genähert. Fiedern II. tief geteilt. Segmente mehrmals länger als breit. Sori oft nur in den beiden unteren Dritteln der Segmente. Sehr nahestehende Formen. — **AbβI.** Segmente höchstens in der vorderen Hälfte gekerbt-gesägt. — 1. Mittelrippe unterseits ohne Haare, aber schuppig: *A. latebrosa* Wall. Blattstiel am Grunde bestachelt. Sehr verbreitet von den Bergen Südindiens (900—2100 m) über den östlichen Himalaya, Hinterindien bis Malesien. — Zu den zahlreichen Formen dieser polymorphen Species scheinen zu gehören: *A. khasiana* Moore, sehr zartblätterig. *A. albosetacea* Bedd. (Nicobaren), *A. Kingii* Clarke, *A. obscura* Scortech., *A. trichodesma* Scortech. (westl. Hinterindien), *A. modesta* Bak. (Sumatra), *A. Burbidgei* Bak. (Borneo), vielleicht auch die mit rotbehaartem Stamme gezierte *A. mindanensis* Christ (Philippinen). — 2. Mittelrippe unterseits mit einzelnen langen Haaren: *A. contaminans* Wall. (*A. glauca* Sm.). Bestachelter Baumfarn von ansehnlicher Höhe. B. mit sichelförmigen Segmenten, unten blaugrün. Vom Fuße des östlichen Himalaya (1200 m) durch Hinterindien, Formosa, Malesien bis zu den Molukken. — Auf Celebes findet sich eine Varietät mit sehr breiten Segmenten nach Christ, auf Borneo kommt eine Verwandte mit unterseits nicht bläulichen B. und wagerecht abstehenden Segmenten vor: *A. Wallacei* Mett. — 3. Mittelrippe unterseits sehr dicht behaart. Segmente am Rande oft zurückgerollt: *A. crinita* Hook., einer der schönsten paläotropischen Baumfarne, in den Gebirgen Südindiens und Ceylons zwischen 1500 und 2000 m; nach Hooker-Baker auch auf Java. — **AbβII.** Segmente ringsum gekerbt oder gesägt. — 1. Sori wenige, auf die untere Segmenthälfte beschränkt, der Mittelrippe dicht genähert: *A. crenulata* Mett. auf

Java. — **2.** Sori fast bis zur Spitze die Segmente bedeckend, etwas von der Mittelrippe entfernt: *A. caudata* J. Sm. auf Luzon. — *A. lunulata* R. Br. B. unterseits an der Mittelrippe mit blasigen Schuppen bedeckt; formenreich in Melanesien und Polynesien, von den Salomo-

Fig. 84a. *Alsophila spec.* in Sikkim Habitus. (Original.)

inseln bis Samoa (*A. vitiensis* Carr.). Ähnlich, nur mit tiefer eingeschnittenen Segmenten versehen sind *A. Robertsiana* F. v. M. (nordöstliches Australien) und *A. Colensoi* Hook. f. (Neuseeland, auf den Gebirgen der Nordinsel und der ganzen Südinsel, sogar noch auf der Stewartinsel bei 47° s. Br.). — *A. tomentosa* Hook. B. unterseits mit unregelmäßigen, langen Schuppen, auf Ceylon und Formosa. — *A. excelsa* R. Br., B. sparsam behaart, soll über 25 m hoch werden. Auf Norfolk. — Verwandt mit ihr ist *A. Cooperi* in Nordostaustralien.

Aby. Seitenadern ungefähr in der Mitte gegabelt. Sori gabelständig.

AbyI. B. von ziemlich fester Consistenz. — 1. Nur die sterilen Blattteile gesägt: *A. australis* R. Br. Ganz Ostaustralien, in vielen Formen vom Norden bis in die schattigen Wälder Tasmaniens, vielleicht auch auf Norfolk und Lord Howe. Soll bis 20 m hoch werden. — 2. Alle B. gesägt: *A. Leichhardtiana* F. v. M., im nördlichen Teile von Ostaustralien, wo auch *A. Loddigesii* Kze., mit kurzen breiten Segmenten, und *A. Woolsiana* F. v. M. vorkommen. — **AbyII.** B. häutig. — 1. B. unterseits beschuppt, mit großen, hellfarbigen Schuppen: *A. samoensis* Hook. auf Samoa. Das von Christ (Engl. Bot. Jahrb. XXIII, 362) erwähnte »ansehnliche« Indusium ist an Originalexemplaren nicht vorhanden. — 2. B. unterseits ohne Schuppen: *A. batjanensis* Christ, bis 3 m hoher Stamm, auf Batjan (Nordmolukken). — Vielleicht in die Nähe zu stellen ist *A. sangirensis* Christ, von den Sangiinseln nördl. Celebes.

B. Segmente der Fiedern II. (wenigstens die unteren) frei: B. dreifach gefiedert.

Ba. Segmente, bezw. Fiedern III. mittelgroß, dreieckig, am Grunde am breitesten (Fig. 83, *F*). Ihr Rand tief fiederspaltig. Sori groß. — Eigentümliche Gruppe der Sundainseln, habituell einige Anklänge an *A. pruinata* oder *Diacalpe* besitzend. — **Baα.** Spindel und Costa behaart, doch ohne große Schuppen: *A. tristis* Bl. mit 0,6 m langem Stamme, B. beim Trocknen schwarz werdend. (Fig. 83, *F*). Auf Java, wie es scheint, verbreitet. — **Baβ.** Spindel und Costa mit einzelnen großen, rotgelblichen Schuppen: *A. xantholepis* Christ, B. etwas größer als an voriger, ebenfalls beim Trocknen schwarz werdend. Batjan bei etwa 1500 m. — **Baγ.** Spindel und Costa reichlich mit großen, rotgelben Schuppen: *A. Warburgii* Christ, B. starrer wie bei vorigen, mit spitzeren Lappen, beim Trocknen grün bleibend. Sori ansehnlich. Auf dem Wawo-Karaeng-Gipfel, Südcelebes, bei 2700 m. — **Bb.** Segmente, bezw. Fiedern III. klein, lineal-länglich, am Grunde kaum breiter. — Höchst zierliche Farne von Melanesien und Polynesien, verwandt mit *A. latebrosa* und gewissermaßen deren Fortbildung. — **Bbα.** Segmente, resp. Fiedern III. ganzrandig bis gekerbt. — **BbαI.** Alle Fiedern III. ungestielt: *A. novaecaledoniae* Mett. In Wäldern Neucaledoniens. Sehr nahe steht *A. lepidotricha* (Fourn.) Bak. — **BbαII.** Unterste Fiedern III. gestielt und geöhrt: *A. truncata* Brackenr., 5—7 m hoher Farn mit 1—2 m langen, graciösen B. Auf Samoa an Bächen u. dgl. — Neben sie stellt Baker seine *A. dissitifolia* Bak. von Fiji. — **Bbβ.** Segmente, resp. Fiedern III. fast bis zum Grunde fiederspaltig, mit fast runden, je 1 Sorus bergenden Läppchen: *A. decurrens* Hook. Stamm 6—10 m hoch. Neue Hebriden, Neucaledonien, Samoa, Tahiti. — *A. alata* Fourn. unterscheidet sich durch gedrängtere Stellung der Segmente; auf Neucaledonien.

Fossil. Sicher constatiert ist *Alsophila* im Jura. Raciborski bildet (1894) aus dem Krakauer Jura einen Blattrest ab, dessen Sorus- u. Sporangium-Beschaffenheit die von *Alsophila* ist. Die Zahl der Sporangien in einem Sorus ist geringer als sonst im allgemeinen bei den Cyatheaceen. R. nennt die fossile Art *A. polonica*. — (H. Potonié.)

Fossile Cyatheaceae.

Obwohl seit dem productiven Carbon viele Blatt- und Stammreste habituell an Cyatheaceen erinnern, liegen doch ganz unzweifelhaft als den Cyatheaceen zugehörige Reste, da der Bau der Sporangien nur ausnahmsweise genügend ermittelt werden konnte (vergl. das unter *Thyrsopteris* (S. 123), *Alsophila* Gesagte), nur sehr spärlich vor. Große Blätter mit einer Sorusanordnung und der äußeren Form derselben, sowie auch mit Adventivfiedern wie bei recenten Cyatheaceen sind seit dem Carbon, namentlich unter den Arten vom Typus *Pecopteris* häufig. So zeigen z. B. die als *Dicksonia*-Arten von Heer (1876) aus dem Jura Ostsibiriens und des Amurlandes und von Raciborski (1894) aus dem Jura der Umgegend Krakaus beschriebenen Reste deutlich das auffällige napfförmige Indusium der Cyatheaceen.

Cyatheaceen-ähnliche Stämme wurden insbesondere wiederholt in der Kreide gefunden, so *Protopteris* Sternb., *Rhizodendron* Göpp. und *Alsophilina* Dormitzer; vergl.

diese Gattungen am Schluss der Filices und dort auch das über *Psaronius* Gesagte. Ein von Renault (1883) als *Caulopteris Brownii* beschriebener Stamm aus der Kreide Englands mit erhaltener anatomischer Structur zeigt sogar schon die bei *Alsophila* (vergl. S. 116) vorkommende Anordnung der Skelettelemente in der Form von Wellblechen, womit freilich nicht gesagt sein soll, dass nun dieser Stammrest unbedingt zu *Alsophila* oder überhaupt zu den Cyatheaceen gehören muss.

Aus der Betrachtung der gesamten mehr oder minder sicher zu den Cyatheaceen zu rechnenden Fossilien gewinnt man den Eindruck, dass diese Familie insbesondere seit der Jurazeit herrschte. H. Potonié.

Polypodiaceae

von

L. Diels.

Mit 524 Einzelbildern in 93 Figuren.

Wichtigste Litteratur. Systematik: J. Hedwig, Filicum genera et species. Lipsiae 1799. — C. L. Willdenow, Bemerkungen über einige seltene Farrenkräuter. Erfurt 1802. — J. J. Bernhardi, Über *Asplenium* und einige ihm verwandte Gattungen der Farrenkräuter. Erfurt 1802. — C. Schkuhr, Kryptogamische Gewächse. Erster Band in 219 ausgemalten Kupfertafeln. Systema Filicum (Farnkräuter). Wittenberg 1809. 222 col. Taf. — Linné und Willdenow, Species Filicum. Berlin 1810. — Desvaux im Journal de botanique. Paris 1808—1814. — Langsdorf und Fischer, Fougères recueillies pendant le voyage de Krusenstern autour du monde. Stuttgart 1810. 1818. — C. Sprengel, Filicum novarum manipulus. Bonn 1820. — G. F. Kaulfuss, Enumeratio Filicum in itinere circa terram ab A. de Chamisso collectarum. Lipsiae 1824. — Ch. Gaudichaud, Voyage de l'Uranie. Partie botanique. Paris 1826. — G. F. Kaulfuss, Das Wesen der Farnkräuter, besonders ihrer Fruchtteile I. Leipzig 1827. — Desvaux, Prodrome de la famille des fougères. — Ann. soc. Linnéenne de Paris 1827. — J. B. G. Bory, Fougères et familles voisines dans la partie botanique du Voyage de M. C. Belanger. Paris 1831 sqq. — W. J. Hooker and Greville, Icones Filicum. 2 voll. (240 Taf.) London 1831. — H. Schott, Genera Filicum. Vindobonae 1834 ff. — Ch. Gaudichaud, Voyage de la Bonite. Partie botanique. Paris 1836/37. — G. Kunze, Analecta pteridographica. Lipsiae 1837. 30 Taf. — Link, Über den Bau der Farnkräuter. Berlin 1834—1841. — G. Kunze, Die Farnkräuter in colorierten Abbildungen. (Supplement zu Schkuhrs Systema Filicum). 2 Bde. Leipzig 1840—1854. (140 Taf.) — W. J. Hooker, Genera Filicum. Illustration of Ferns and other allied genera, from drawings of F. Bauer. (120 Taf.) London 1842. — A. L. A. Fée, Mémoires sur la famille des fougères. I—XI. Strasbourg 1844—1866: I. Examen des bases adoptées dans la classification des fougères et en particulier de la nervation. 1844. — II. Histoire des *Acrostichées* 1845. — III. IV. Histoire des *Vittariées* et des *Pleurogrammées*. Histoire des *Antrophyées*. 1851—1852. — V. Genera Filicum. Exposition des genres de la famille des Polypodiacées. 1850—1852. — VI—VIII. Iconographie des espèces nouvelles décrites on énumérées dans le Genera Filicum et Révision des publications antérieures relatives à la famille des fougères. 1854—1857. — IX. Catalogue methodique des Fougères et des Lycopodiacées du Mexique. 1857. — X. Iconographie des espèces nouvelles décrites on énumérées dans le Genera Filicum et Révision des publications antérieures relatives à la famille des fougères, 1865. — XI. Histoire des fougères et des Lycopodiacées des Antilles. 1866. — C. B. Presl, Tentamen Pteridographiae. Prag 1836. 12 tab. Supplementum. Prag 1845. — C. B. Presl, Epimeliae botanicae. Prag 1849. — 15 tab. — G. Kunze, Index Filicum in hortis Europae cultarum; in Linnaea XXIII. Halis 1850. — W. J. Hooker, Species Filicum. 5 Bde. (304 Taf.) London 1846—1864. — W. J. Hooker, Icones Filicum (Icones Plantarum vol. X.) London 1854. — G. Mettenius, Filices Horti botanici Lipsiensis. Lipsiae 1856. (30 Taf.). — G. Mettenius, Über einige Farngattungen. 6 Abhandl. Mus. Senckenberg. Frankfurt 1857—1859. (11 Taf.). — W. J. Hooker, Two Centuries of Ferns. London 1854, 1862. — Th. Moore, Index Filicum. London 1857—1863. — W. J. Hooker,

Filices exoticae. (100 Taf.) London 1859. — E. J. Lowe, Ferns, British and exotic. 8 vols. London 1861—1864. — W. J. Hooker, Second Century of Ferns. London 1862. — W. J. Hooker, Garden Ferns. (64 Taf.) London 1862. — E. J. Lowe, New and rare Ferns. London 1864. — J. G. Beer, Versuch einer Classification der Farne; Österr. Bot. Zeitschr. 1865. No. 11. — Bommer, Monographie de la classe des Fougères. Classification. Bull. Soc. Roy. Botan. Belg. V. Bruxelles 1867 (auch Übersicht der vordem publicierten Systeme). — A. Keyserling, Polypodiaceae et Cyatheaceae herbarii Bungeani. Lipsiae 1873. — C. v. Ettingshausen, Die Flächenskelette der Farnkräuter. Wien 1862. 1864. — C. v. Ettingshausen, Die Farnkräuter der Jetztwelt, für die Untersuchung und Bestimmung der vorweltlichen Arten nach dem Skelett bearbeitet. Wien 1865. — Rivière, André et Roze, Les Fougères. 2 Vol. Paris 1867. — M. Kuhn, Reliquiae Mettenianae; Linnaea XXXV, 385—394. Halle 1867/68. — W. J. Hooker and J. G. Baker, Synopsis Filicum. London 1868. II. Edit. 1874. 1883. — B. S. Williams, Select Ferns and Lycopods. London 1868. — M. Kuhn, Filices quaedam novae et indescriptae. Botan. Zeitung XXV, 40—42 (1868). — M. Kuhn, Analecta pteridographica. Botan. Zeitung XXVI (1869). — T. Husnot, Catalogue des Cryptogames recuellies aux antilles françaises en 1868. Caen 1870. — G. Mettenius und J. Milde, Gefäßkryptogamen, Ophioglossaceen und Equisetaceen, gesammelt auf der Reise der Novara um die Erde. Wien 1870. — K. Prantl, Über die Verwandtschaftsverhältnisse der Farne. Verhandl. Physik.-medic. Gesellschaft. Würzburg IX (1874), X (1875). — W. J. Hooker and J. G. Baker, Alphabetical Index of all known Ferns. London 1874. — J. Smith, History of Ferns. London 1875. — M. Kuhn, Über die Gruppe der *Chaetopterides* unter den Polypodiaceen. Berlin 1882. — C. Salomon, Nomenclatur der Gefäßkryptogamen. Leipzig 1883. — Hooker Icones plantarum tab. 1601—1700. London 1886. 1887. — M. Kuhn, Farne und bärlappartige Gewächse der Forschungsreise S. M. S. Gazelle. Berlin 1889. — J. G. Baker, A summary of new Ferns which have been discovered or described since 1874. Annals of Botany V (1891). — K. Prantl, Das System der Farne. Arbeit. K. Bot. Garten Breslau I. (1892). (38 S.). — J. G. Baker, New Ferns of 1892/93. Ann. of Bot. VIII (1894), 121—132. — H. Christ, Die Farnkräuter der Erde. Jena 1897.

Morphologie, Entwickelungsgeschichte, Anatomie: Siehe allgemeine Einleitung S. 1, 13, 29, 39, 72, 79.

Floristische Werke mit Originalbearbeitungen der Farne. Geographische Verbreitung:

Pflanzengeographie im Allgemeinen:

J. G. Baker, On the geographical distribution of ferns. In Trans. Linn. Societ. London 1868. — K. M. Lyell, Geographical Handbook of all the known Ferns. London 1870. — J. Palacky, Über die Verbreitung der Farne auf der Welt. In Sitzungsber. d. K. Böhm. Gesellsch. d. Wiss. Prag 1885. (Tschechisch).

Europa und Makaronesien.

J. Sturm, Deutschlands Flora. Filices von Funk u. Hoppe. 36 Taf. — E. Newman, History of British Ferns. London 1844. 5. edit. 1874. — Th. Moore & Lindley, Filices Britanniae. London 1855, 51 pl. — V. Payot, Catalogue des Fougères, Prêles et Lycopodiac. des environs du Mont-Blanc. Genève 1860. — W. J. Hooker, British Ferns. London 1861. — J. Milde, Die höheren Sporenpflanzen Deutschlands und der Schweiz. Leipzig 1865. — J. Milde, Filices Europae et Atlantidis, Asiae minoris et Sibiriae. Lipsiae 1867. — C. Bolle, Standorte der Farne auf den Canarischen Inseln. In Zeitschrift für allgemeine Erdkunde. N. F. XIV. XVII. — R. Ferry, Atlas des Fougères de la Lorraine et de l'Alsace. St. Dié 1878—1880. — Britten & Blair, European Ferns, their forms, habit and culture. London 1880. — Th. Moore, British Ferns and their allies. New edition. London 1880. — H. Waldner, Deutschlands Farne. Heidelberg 1882. 52 Taf. — C. F. Nyman, Acotyledoneae vasculares et Characeae Europeae. Berolini 1883. — G. Arcangeli, Elenco delle Protallogamee italiane. In Atti Soc. crittogamolog. II[a], vol. III, 1884. — Lankester, British Ferns, their classification, structure and function. London 1884. New edit. 1890. — H. Christ, Vegetation and Flora der Canarischen Inseln. In Engler's Bot. Jahrb. VI, 458—526. — Chr. Luerssen, Die Farnpflanzen. In Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 2. Auflage. III. Bd. Leipzig 1889. — A. Andersen, Danmarks Bregner. Odense 1890. — E. Palouzier, Essai d'une monographie des Fougères françaises. Montpellier 1891. — C. de Rey-Pailhade, Les Fougères de France. Paris 1895. — P. Ascherson und P. Graebner, Synopsis der Mitteleuropäischen Flora. I, 7—98. Leipzig 1896.

Nordamerika.

G. Lawson, Synopsis of Canadian Ferns and filicoid plants. Montreal 1864. — J. Robinson, Checklist of the Ferns of N.-America, north of Mexico. Salem 1873. — D. C. Eaton, New or little known Ferns of the United States; Bull. Torr. Bot. Club IV ff., 1873 ff. — D. C. Eaton, Ferns collected by Wheelers Expedition in California, Utah, Nebrasca, Columbia a. o. Washington 1877. — G. E. Davenport, Fern Notes; Bull. Torr. Bot. Club VIII ff. 1877 ff. — D. C. Eaton, The Ferns of North-America. 2 vols. Salem 1879—1880. — H. Rusby, Some New Mexican Ferns; Botan. Gazette VI (1881) 195 ff. — L. M. Underwood, Our native Ferns and their allies. New-York 1881. 4. ed. 1893. — G. E. Davenport, Some comparative tables showing the distribution of ferns in the United States of N.-Am.; Proc. Amer. Philos. Soc. XX, 605—612. — N. L. Britton, A collection of Ferns made in recent years in Texas and Mexico; Bull. Torr. Bot. Club. XI (1884) 48. — J. K. Small, The altitudinal distribution of the Ferns of the Appalachian mountain system; Bull. Torr. Bot. Club. XX, 455—67 (1893).

Afrika, madagassisches Gebiet.

J. B. G. Bory, Voyage dans les quatre principales îles des mers d'Afrique. Paris 1804. — Schlechtendal, Adumbrationes Filicum in Capite Bonae Spei provenientium. Berol. 1825—32. — G. Kunze, Acotyledonearum Africae australiensis recensio nova; Linnaea X (1836). — G. Kunze, Filices Capitis Promonturiae Bonae Spei. Halis 1836—43. — M. Kuhn, Filices Deckenianae. Lipsiae 1867. — M. Kuhn, Filices Africanae. Lipsiae 1868. — Macken, The ferns of Natal. Pietermaritzburg 1869. — J. Buchanan, Revised List of the Ferns of Natal. Natal 1875. — J. G. Baker, Report on the Seychelles fern flora. Transact. Roy. Irish Acad. XXV. Dublin 1875. — M. Kuhn, (Farne in) Botanik von Ostafrika. In Cl. v. d. Decken, Reisen III, 2 (1879). — Chr. Luerssen, Filices Rutenbergianae (Madagascar); Abhandl. naturw. Ver. Bremen VII (1880) p. 41—53. — J. G. Baker, New ferns of Madagascar (Journ. of Bot. IX (1880) 326, 369 ff., X (1881) 366—368; XI (1882) 271. — Journ. Linn. Soc. XX, 303—394; XXI, 307 ff.; XXV, 294—306. — Journ. of Bot. XXII (1884) 139 ff.; XXIX (1891) 3—6. — W. D. Cowan, Madagascar. List of Ferns and other Cryptogams showing their relation to Mauritius and Bourbon. — W. Cowan, List of Ferns and other Cryptogams of Mauritius and Bourbon. Antananarivo 1881. — J. G. Baker, Ferns collected by the Rev. J. Hannington in East Tropical Afrika. Journ. of Bot. XXI (1883), 245. — M. Kuhn, Über Farne und Charen von der Insel Socotra. Berichte Deutsch. Botan. Gesellsch. I, 283—341. Berlin 1883. — J. G. Baker, Liste der Fougères des Comores. Bull. Soc. Linn. Paris 1885. — J. Henriques, Contribuiçaes p. est. d. flora da coste occident. d'Africa. Bol. Soc. Broter. V. (1887) 225 ff. — T. R. Sim, Ferns of South-Africa. Capetown 1892. (159 Tafeln.) — E. de Cordemoy, Cryptogames vasculaires de l'Ile de Réunion. St. Denis 1891. (5 Taf.) — E. de Cordemoy, Flore de l'Ile de la Réunion. Paris 1895. — G. Hieronymus, *Pteridophyta* in Engler »Pflanzenwelt Ostafrikas und der Nachbargebiete«. C, p. 77—91. Berlin 1895. — R. Sadebeck, Filices Cameruniae Dinklageanae; Jahrb. Hamb. Wiss. Anstalten 1896. Beihefte Band XIV. 1897, p. 1 ff.

Tropisches und östliches Asien.

Blume und Fischer, Flora Javae. Filices. Bruxellis 1828. (94 Taf.). — J. Smith, Enumeratio filicum Philippinarum (Cumingianarum). Hooker's Journ. of Botany III., 392. — G. Kunze, Pteridographia Japonica. Botan. Zeitung VI (1848). — G. Kunze, Filices Nilagiricae. Halis 1851. — J. Amann, Opsomming der Vaatkryptogamen van het Eiland Bangka; Natuurk. Tijdschr. voor Nederl. Ind. XXIII, 399—412. — J. K. Hasskarl, Filices Javanicae. I (unicus). Bataviae 1856. — G. Mettenius, Filices praesertim indicae et japonicae. Ann. Mus. Bot. Lugd. Batav. II., 219—240. — R. H. Beddome, The Ferns of Southern India. Madras 1863. (271 Taf.). — R. H. Beddome, Ferns of British India. Madras 1866—1870. (345 Taf.). — R. H. Beddome, Supplementum filicum Indiae. Madras 1876. (45 Taf.). — V. Cesati, Felci e specie nei gruppi affini raccolti a Borneo dal Sign. O. Beccari. Atti R. Accad. Sc. fisic. e matem. VII. Napoli 1876. (4 Taf.). — G. H. K. Thwaites, Enumeratio Plantarum Zeylaniae V. Marantaceae to Filices. London 1864. — F. A. W. Miquel, G. Mettenius und M. Kuhn, Filices Archipelagi Indici; Ann. Mus. Bot. Lugd. Batav. IV, 94—98, 155—169, 170—174, 276—300. Amstelodami 1868—69. — A Catalogue of the Ferns indigenous to Ceylon. With notes by G. W.(all). London 1873. — M. Laguna, Cien Helechos de Filipinas. Madrid 1878. — A. Franchet und L. Savatier, Enumeratio plantarum in Japonia sponte crescentium. Filices. II, 204—255; 616—645. Paris 1879. — J. G. Baker, New Ferns of China Garden. Chron. XIV (1880), 494. Journ. of Botan. XXV (1887) 170 f., XXVI (1888) 225 ff., XXVII (1889) 76 ff. Kew Bulletin No. 99 (1895), 1898. — C. B. Clarke, Filices Indiae. Review of the

Ferns of Northern India. Trans. Linn. Society Botany, 2. ser. I, 611—625. London 1880, (36 Taf.). — J. G. Baker: On a collection of Ferns made by Dr. Beccari in Western Sumatra. Journ. of Bot. IX (1880) 200 ff. — Ch. Luerssen, Zur Farnflora Hinterindiens und West-Sumatras; Botan. Centralblatt XI (1882). — Ch. Luerssen, Beiträge zur Flora Japans und der Liukiu-Inseln. I. Archegoniatae; Engler, Bot. Jahrb. IV, 1883, 354 ff. — H. F. Hance, Heptad. Filic. nov. sinicarum; Journ. of Bot. XXI (1883) 267—270. — W. Burck, Contribution to the Fern-Flora of Borneo; Ann. Jard. Bot. Buitenzorg IV (1884) 88—100. — J. G. Baker, New ferns from Borneo; Journ. of Botan. VIII (1870) 37; XXV (1887) 222 ff.; XXVI (1888) 323 ff.; XXIX (1891) 107. — Journ. Linn. Soc. XXIV (1887) 256—261. — R. H. Beddome, Handbook to the Ferns of British India, Ceylon and the Malay Peninsula. Calcutta 1883. — J. G. Baker, Ferns coll. in North-Formosa; Journ. Bot. XXIII (1885) 102. — A. Franchet, Plantae Davidianae. Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. II. sér. VIII. Paris 1886. — J. G. Baker, in Beccari Malesia II, 213 ff. Genova 1886. — R. H. Beddome, Ferns coll. in Perak. Journ. of Bot. XXV (1887) 321—325. — O. Beccari, Rivista delle Felci e Licopod. di Borneo e della Nuova-Guinea. Malesia III, 56 ff. Genova 1886. — H. E. Blanford, A list of the Ferns of Simla; Journ. of the Asiat. Soc. of Bengal. Calcutta 1890. — J. G. Baker, Tonkin ferns. Journ. of Bot. XXVIII (1890) 262. — J. G. Baker, Vascular Cryptogams of New Guinea coll. by Sir W. Macgregor; Journ. of Bot. XXVIII (1890) 103—110. — H. Christ, Liste de fougères du Tonkin français; Journ. de Botanique 1894, 149. — H. Christ, Filices Faurieanae. Bull. Herb. Boissier IV (1896). — H. Christ, Filices Sarasinianae.; Verhandl. naturforsch. Gesellsch. Basel XI, 1—3. Basel 1895—1897. — E. Baroni und H. Christ, Filices in Shensi septentr. a P. Giraldi lectae. Nuov. giorn. botan. Ital. Nuov. Ser. IV, 1 (1897), 2 (1898) 3 Taf. — H. Christ, Die Farnflora von Celebes. Ann. Jard. Buitenzorg XV, 73—186, 1897. — H. Christ, Filices insularum Philippinarum. Bull. Herb. Boiss. VI (1898), 127—189. — M. Raciborski, Die Pteridophyten der Flora von Buitenzorg (Flore de Buitenzorg Iere partie.) Leiden 1898. — H. Christ, Fougères de Mengtze Yunnan méridional. Bull. Herb. Boiss. VI (1898) 860 ff. VII (1899) 1 ff.

Melanesien, Polynesien, Australien.

G. Mettenius, Filices Novae Caledoniae a Vieillard lectae. Ann. Scienc. Natur. 4e ser. XV. Paris 1861. — J. D. Hooker, Handbook of the New Zealand Flora. London 1867, 358 ff. — M. Kuhn, Filices Novarum Hebridarum. Abhandl. K. K. Zool.-Bot. Gesellsch. Wien XIX, 569—586 (1869). — A. Fournier, Filices Novae Caledoniae. Ann. Scienc. Nat. 5e sér. XVIII. Paris 1873. — Sur la dispersion géographique des fougères de la Nouvelle Caledonie. Ann. Scienc. Nat. 5e ser. XIX, 287. Paris 1874. — Ch. Luerssen, Filices Graeffeanae. Beitrag zur Kenntnis der Farnflora der Viti-, Samoa-, Tonga- und Ellices-Inseln. Mitt. Gesamtgeb. Botan. I. Leipzig 1871. (9 Taf.). — Ch. Luerssen, Zur Farnflora der Palaos- und Hervey-Inseln. Hamburg 1873. — Ch. Luerssen, Zur Flora von Queensland. Verzeichnis der von Dietrich an der Nordostküste Neuhollands gesammelten Gefäßkryptogamen. Journ. Museum Godeffroy VIII. Hamburg 1874. (7 Taf.). — J. G. Baker, On the Polynesian Ferns of the Challenger Expedition. Journ. Linn. Soc. XV (1877) 104 ff. — G. Bentham, Flora Australienses Vol. VII. London 1878. 714 ff. — J. G. Baker, On a collection of Ferns made by the Rev. R. B. Comins in the Salomon Islands. Journ. Linn. Soc. Bot. XIX (1882) 293 ff. — W. Hillebrand, Flora of the Hawaiian Islands. London 1888. — H. C. Field, Ferns of New Zealand. Wanganui 1891. — H. Christ, Pteridophyta in Reinecke, Flora der Samoa-Inseln. Engler's Botan. Jahrb. XXIII (1896) p. 333—362. (2 Taf.).

Mittelamerika.

Ch. Plumier, Description des plantes de l'Amérique. Fougères. Paris 1693. 108 pl. — Traité des fougères de l'Amérique. Paris 1705. 172 pl. — G. Kunze, Synopsis plantarum cryptogam. ab E. Poeppig in Cuba insula et in America meridionali collectarum. Linnaea IX (1834) p. 1—97. — Martens et Galeotti, Mémoire sur les fougères de Mexique. Bruxelles 1842. — F. Liebmann, Mexicos Bregner. Kjöbenhavn 1849. — A. L. A. Fée, Catalogue méthodique des Fougères et des Lycopodiacées du Mexique. Mémoires s. l. fam. des fougères IX. Strasbourg 1857. — J. W. Sturm, Enumeratio plantarum vascularium cryptogamicarum Chilensium. Abhandl. naturhist. Gesellsch. Nürnberg II. 1858. — A. Grisebach, Flora of the British West-Indian Islands. London 1864. — A. L. A. Fée, Histoire des fougères et des Lycopodiacées des Antilles. Mémoires s. l. fam. des fougères XI. Strasbourg 1866. — M. Kuhn, Beiträge zur Farnflora von Mexico. Abhandl. Naturf. Gesellsch. Halle XI, 23—47 (1869). — A. Fournier, Sur la distribution géographique des Fougères du Mexique. Paris 1869. — J. G. Baker, Ferns collected in Costa Rica by Mr. P. G. Harrison. Journ. of Bot.

XXII (1884) 139—144. — Biologia Centrali-americana: Botany by W. B. Hemsley. Filices. Vol. III, 604 ff. London 1885. — G. Davenport, List of Ferns collected in the State of Mexico and Chihuahua, Mexico by C. G. Pringle during the seasons of 1886—1887. Bull. Torr. Bot. Club. XV (1888) 225 ff. — G. E. Davenport, Filices Mexicanae by C. G. Pringle. Garden and Forest IV (1891). — G. J. Jenman, Synoptical List of the Ferns of Jamaica. Bull. Botan. Dept. Jamaica. Kingston 1892 ff. — J. E. Bommer und H. Christ, Filices in Durand & Pittier Primitiae Florae Costaricensis. Bull. Soc. Bot. Belgique XXXV (1896). — L. Krug, Pteridophyta Herbarii Krug et Urban. (Additamenta ad cognitionem Florae Indiae occidentalis IV.) Engler's Botan. Jahrb. XXIV (1897) 395—470.

Südamerika.

O. Swartz, Nya Arter af Ormbunkar från Brasilien. K. Vetensk. Academ. nya Handl. 1817. — J. Raddi, Synopsis Filicum Brasiliensium. Bononiae 1819. 2 tab. — Plantarum Brasiliensium nova genera et species et minus cognitae. I. Filices: Florentiae 1825. (84 tab.). — J. Raddi, Plantarum Brasiliensium nova genera (Filices) et species minus cogn. Florent. 1825. 97 tabb. — F. L. Splitgerber, Enumeratio Filicum et Lycopodiacearum Surinamensium. Lugdun. Bat. 1840. — G. Mettenius, Filices Lechlerianae, Chilenses et Peruanae Lipsiae 1856. 1859. — J. W. Sturm, Enumeratio plantarum vascul. cryptog. Chilensium. Abhandl. naturhist. Gesellsch. Nürnberg II (1858). — H. Karsten, Flora Columbiae. 2 Vol. Berlin 1858 ff. — D. C. Eaton, Filices Wrightianae et Fendlerianae e Cuba et Venezuela. Cantabr. 1861. — G. Mettenius, Filices Novo-Granatenses. Ann. Scienc. Natur. 5e ser. I. Paris 1864. — A. L. A. Fée, Cryptogames vasculaires du Brésil. Paris 1869. — J. G. Baker, On a collection of ferns made by Mr. W. Kalbreyer in New-Granada. Journ. of Botany XX (1881) 202—208. — Flora Brasiliensis. I. 2. 337 ff. *Polypodiaceae* expos. J. G. Baker. Monachii 1884. — J. G. Baker, New Ferns from Brazilia. Journ. of Bot. XXIII (1884) 217 ff. — G. J. Jenman, The Ferns of Trinidad. Journ. of Bot. XXV (1887) 97—101. — E. G. Britton, Pteridophyta coll. by N. N. Rusby. Bull. Turr. Bot. Cl. (1888) 247 ff. — F. Johow, Los helechos de Juan Fernandez. Santiago 1893. (1 Tafel). — A. Sodiro, Cryptogamae vasculares Quitenses. Quito 1893. (7 Taf.). — H. Schenck, Brasilianische Pteridophyten. Hedwigia XXXV (1896) 141—172. — G. Hieronymus, Beiträge zur Kenntnis der Pteridophyten-Flora der Argentina und einiger angrenzender Teile von Uruguay, Paraguay und Bolivien. Engler's Botan. Jahrb. XXII (1896) 359—420.

Merkmale. Sori selten randständig, meist auf der Unterseite des B., auf dem Rücken, am Ende oder an der Seite der fertilen Ader, zuweilen auch das Parenchym zwischen den Adern besetzend, nackt oder bedeckt von dem ganz, bezw. teilweise umgeschlagenen und ± modifizierten Blattrand, oder von einem besonderen, verschiedenartig angehefteten und gestalteten Indusium. Sporangien meist lang gestielt, fast stets mit unvollständigem, d. h. an der Insertion des Stieles unterbrochenem, verticalem Ringe, durch Querspalt sich öffnend. Sporen kugelig-tetraëdrisch oder bilateral. — Perennierende Stauden, sehr selten einjährig, selten baumartig. Blätter mit normaler Epidermis und mehrschichtigem, meist lacunenreichem Mesophyll, im übrigen von großer Mannigfaltigkeit.

Vegetationsorgane. Viele die *P.* allgemein charakterisierenden Verhältnisse haben in dem einleitenden Abschnitt Darstellung gefunden (S. 1 ff.), auf die hier verwiesen sein mag. Es sollen in Folgendem nur einzelne teils die Familie allein auszeichnende Eigenschaften, teils dort nur kurz erwähnte Thatsachen nachgetragen werden, welche als bedeutungsvoll für die systematische Gruppierung zu gelten haben.

Der **Stamm** der *P.* ist fast stets perennierend, ganz ausnahmsweise (*Anogramme*) einjährig. Von seinen Formen, die sich beobachten lassen, wären als häufigste anzuführen: Das kriechende Rhizom (Fig. 20), einfach oder ± verzweigt, unterirdisch im Boden wachsend oder über der Erde an Felsen, Baumstämmen und dgl. emporkletternd, besitzt Internodien von verschiedener Länge, ventral angefügte Wurzeln und dorsal meist zweizeilig, sehr selten einzeilig (einige *Polypodium*) angeordnete Blätter. Das aufsteigende oder aufrechte Rhizom zeigt meist stark gestauchte Internodien und dicht spiralig gestellte Blätter. Es bleibt meist unverzweigt und erhebt sich gewöhnlich nur wenig über die Oberfläche der Erde. Selten verzweigt sich die Achse strauchartig (*Oleandra*) oder

erhebt sich nach Art der Cyatheaceen aufrecht zu einiger Höhe über den Boden (*Peranema, Nephrodium, Didymochlaena, Aspidium, Blechnum, Sadleria, Brainea* u. a.)

In dem Bau der relativ sehr kräftig entwickelten **Blätter** zeigen die *P.* die erheblichste Mannigfaltigkeit unter allen Familien der Pteridophyten, quantitativ und qualitativ. Die Anfügung der B. geschieht radiär oder dorsiventral. Sie trennen sich von dem Rhizom entweder regellos oder an einer durch eine spezielle Trennungsschicht vorgebildeten Abgliederungsstelle, die meist basal (*Oleandra, Davallieae, Polypodieae*), mitunter auch oberhalb der Basis liegt, so dass dann ein ± langes Stück des Petiolus („Phyllopodium") stehen bleibt (*Woodsia, Adiantum Parishii* u. a.) In jedem Falle hinterlässt ein derart abgegliederter Petiolus eine wohlumschriebene Narbe. Entsprechend existieren Fälle, wo die Fiedern des Blattes sich gegliedert der Spindel anfügen und regelmäßig ablösen *Arthropteris, Pellaea, Adiantum*).

Das gewöhnlich kurz begrenzte **Wachstum** eines B. gewinnt in einigen Fällen bedeutend an Dauer; so besitzen die B. von *Nephrolepis, Gymnogramme* und namentlich auffallend *Jamesonia* ein indefinites Wachstumsvermögen, das sich äußerlich in ihrer von stets eingerollter Spitze gekrönten Spindel kundgiebt (Fig. 137).

Die für die Systematik bedeutungsvollen **Aderungs**-Verhältnisse des B. sind im allgemeinen Teile (S. 55) bereits dargestellt worden*). Hier sei daran erinnert, dass zuweilen große Formenverbände durch den Aderungsmodus gekennzeichnet sind, dass z. B. die mit anadromer Aderung verbundene Förderung der akroskopen Hälfte der Blattsegmente für den Habitus ganzer Gruppen Wichtigkeit gewinnt. Terminologisch nachzutragen bleiben einige von Mettenius geschaffene Aderungsbezeichnungen, da sie bei seinen Gattungssystemen ausgedehnte Verwendung fanden. Er unterscheidet:

1. *Polystichoideae*: Aderung durchgehends anadrom (z. B. *Polystichum Lonchitis*).
2. *Phegopteroideae*: Adern II. (und Segmente der untersten Fiedern I.) anadrom, Segmente der oberen Fiedern katadrom, Adern III. und Segmente III. anadrom (z. B. *Nephrodium Phegopteris*).
3. *Cyatheoideae*: wie vorige, aber Adern III. katadrom (*Nephrodium Thelypteris*).
4. *Cheilanthoideae*: Letzte Segmente mit katadromen Adern, sonst wie die *Polystichoideae*.

In folgender Bearbeitung werden jedoch diese Ausdrücke ihrer geringen Constanz wegen als unzweckmäßig nicht benutzt werden.

Ganz eigentümlich und fast ohne Beispiel in den übrigen Klassen des Pflanzenreiches ist die durchgreifende Übereinstimmung, die in der Aderung und damit der gesamten Tracht mancher *P.* auftritt, denen wir auf Grund der Fructificationsorgane nähere Verwandtschaft durchaus absprechen müssen. So sehen wir z. B. *Hypoderris* in allen Stücken gleich gewissen Formen von *Aspidium trifoliatum*, nur die Structur der Sori weicht völlig ab. Ähnliche Fälle bieten *Saccoloma elegans* und *Polypodium blechnoides, Davallia contigua* und *Polypodium obliquatum* u. a. Einige dieser Doppelgänger entsprechen sich so auffallend, dass man nähere Aufklärung ihrer gegenseitigen Beziehungen wünschen muss.

Die besonderen Modificationen der fertilen Adern werden im Abschnitt über Sporangien kurze Erwähnung finden.

Häufig (*Didymochlaena, Aspidium, Nephrodium, Nephrolepis, Woodwardia, Blechnum, Polypodium, Drynaria*) kommen an den Ader-Endigungen Hydathoden vor, deren Bau durch die Arbeiten von Mettenius, Potonié, Poirault bekannt wurde. Sie bestehen aus einer etwas vertieft gelegenen Gruppe zartwandiger Drüsenzellen, die dem verbreiterten Tracheïden-Ende aufsitzen. In zahlreichen Fällen hinterlässt die secernierte

---

*) Auf die dort nicht berührten Beziehungen zwischen Dichotomie und fiederiger Aderung kann hier wegen ihres zu allgemeinen Charakters nicht nachträglich eingegangen werden, obgleich sie für das Verständnis auch des Polypodiaceenblattes von tiefgreifender Bedeutung sind. Vgl. dazu Goebel in »Flora« LXXII (1889) p. 28 und Potonié in Berichte Deutsch. Botan. Gesellsch. XIII (1895) 244—257.

Flüssigkeit beim Verdunsten einen Rückstand von kohlensaurem Kalk, der in Gestalt weißer Schüppchen die Hydathodenstellen schon äußerlich sofort wahrnehmbar macht.

Die **äußere Form** der Spreite durchläuft in vielen Verwandtschaftskreisen alle Stufen zwischen einem ungeteilten Organe zu einem aufs feinste verzweigten Gebilde, oft im Laufe der ontogenetischen Entwickelung, häufiger noch innerhalb eng verketteter Formenreihen. Dem gegenüber verdient Beachtung die Constanz der Blattform in manchen Abteilungen, wie z. B. die der ungeteilten Spreite bei den *Oleandreae* und *Antrophyinae*.

Über den Heteromorphismus des Blattes spricht bereits die Einleitung S. 48 ff. Es geht aus den dort mitgeteilten Thatsachen hervor, dass diese Erscheinung nicht überall, wie man früher glaubte, von der Fertilität hervorgerufen und beherrscht wird, sondern dass auch innerhalb der rein vegetativen Sphäre Formdifferenzen sich finden, und oft tief einschneidender Art. Abgesehen von den S. 52 erwähnten Adventivbildungen gehören dahin die Trennung von »Luft-« und »Wasserblättern« bei *Stenochlaena*, worüber der specielle Teil Auskunft giebt; die Ausbildung von »Nischenblättern« und »Mantelblättern« bei *Drynaria*, bezw. *Platycerium* (vgl. S. 49 f. und spec. Teil).

Der Heteromorphismus der fertilen B., bezw. Blattabschnitte (»Sporophylle«) (vergl. die gründliche Arbeit von H. Glück: Die Sporophyll-Metamorphose; Flora LXXX, 1895, 303 ff.) wird am augenfälligsten zunächst durch die Verkümmerung des grünen Gewebes, das in fortgeschrittenen Fällen völlig seinen typischen Charakter einbüßt, in der Gestalt seiner Zellen auffallende Änderungen erleidet, und keine Spaltöffnungen mehr besitzt. Doch findet man in vielen Fällen tiefer greifende Organisations-Unterschiede damit verknüpft. Die abweichenden fertilen B. sind erstens quantitativ reduziert. Im einfachsten Falle mit kürzerer, viel häufiger mit schmälerer Spreite versehen als die sterilen. Zudem zeigen sie sich meist länger gestielt und fast stets im Gegensatze zu den unfruchtbaren B. vertical empor gerichtet. Zweitens ist die Teilung des Blattes und damit die Contur bei den fertilen in der Regel complicierter; so bei *Onoclea, Polybotrya, Davallia, Doryopteris, Blechnum* u. a. Doch hier wären in *Struthiopteris, Rhipidopteris* und einigen anderen exceptionelle Fälle zu verzeichnen. Als Consequenz der allgemeinen Reduction der Sporophylle lässt sich sehr allgemein eine Verkümmerung der Aderung höherer Ordnung constatieren. An zahlreichen Fällen dieses Heteromorphismus hat man in mannigfaltigen Mittelstufen die allmähliche Fertilisierung der B. beobachten können; sodass die *P.* mit das wertvollste Material zur morphologischen Beurteilung der Sporophylle überhaupt geliefert haben.

Den Rand der Spreite trifft man vielfach eingerollt, oft in seiner Structur modificiert, einschichtig geworden und des Chlorophylls entbehrend. In einigen Formenkreisen (*Plecosorus*, *Cheilanthes*? u. a.) scheinen diese Modificationen dem Rollblatt-Typus der siphonogamen Xerophyten zu entsprechen, also Epharmosen an äußere Verhältnisse vorzustellen. Viel allgemeiner aber jedenfalls stehen die fraglichen Erscheinungen mit der Fructification in Zusammenhang, sofern sie dem vielfach offenbarten Schutzbedürfnis der Sporangien Rechnung tragen. Naturgemäß findet der als Sorusdecke functionierende Blattrand (im folgenden stets als »Deckrand« bezeichnet) seine Stätte vorwiegend bei submarginaler Lage des Sorus; immerhin lässt er sich auch bei völlig dorsaler Sorusstellung nachweisen (z. B. *Onocleinae*, Fig. 91). In allen diesen zahlreichen Fällen stellt also der Blattrand (resp. einzelne Teile davon) ein physiologisches Äquivalent des Indusiums dar, und tritt als Ersatz dafür um so vollständiger ein, je gründlicher er sich seiner Laubstructur entäußert. Diese Veränderung vollzieht sich in zahlreichen, sehr allmählich abgetönten Stufen, für deren Verständnis namentlich die Reihe der *Pterideae* reiches und instructives Material abgiebt: Der zuweilen seiner ganzen Länge nach umgerollte Rand zerfällt bei fortgeschrittener Modellierung des Saumes in einzelne Lappen. Diese gewinnen nicht selten ganz bedeutende Selbständigkeit; namentlich bei *Hypolepis* (Fig. 85 *C*) ist ihre morphologische Individualität sehr ausgeprägt, zumal die innere Structurdifferenzierung in gleichem Grade zunimmt. Bei fortgeschrittenen derartigen Processen ist die Blattnatur des Deckrandes oft nur aus dem Vergleiche mit verwandten Formen zu erschließen, zuweilen selbst dann nicht mit aller Sicherheit. Es giebt Fälle, wo besten-

falls die entwickelungsgeschichtliche Prüfung eine morphologische Beurteilung ermöglicht; es hält z. B. sehr schwer zu entscheiden, ob man *Cassebeera* einen hochgradig individualisierten Deckrandlappen oder ein introrses Indusium zuschreiben soll (vgl. Fig. 86, *D*).

Immerhin ist für die weit überwiegende Masse der Fälle jeder Zweifel an der Natur des vorliegenden Deckorganes ausgeschlossen. Eine bewusste Vernachlässigung seiner

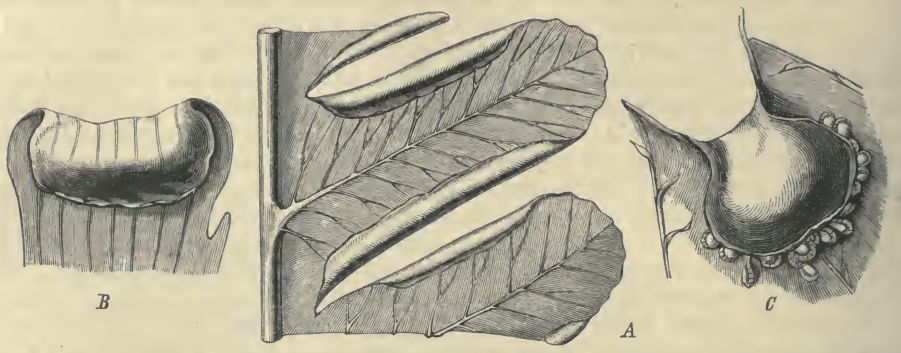


Fig. 85. Einige Beispiele für Ausbildung eines Deckrandes: *A Pteris quadriaurita* Retz.: der wenig modificierte Deckrand ist umgeschlagen über den intramarginalen Sorus. — *B Adiantum Capillus Veneris* L.: ein Decklappen des Blattrandes ist umgeschlagen und trägt selbst auf seiner (morphologischen) Unterseite die Sori an den Nervenenden. — *C Hypolepis repens* Presl, ein stark modificierter Decklappen des Blattrandes ist umgeschlagen über den in der Bucht der Randzähne gelegenen Sorus. — Vgl. ferner Fig. 86, *D*. (Original.)

morphologischen Wesenheit, wie sie mit der unterschiedslosen Bezeichnung aller Sorushüllen als ‚Indusium' geübt wurde, hat in früheren Systemen nicht wenig zur Verdunkelung der verwandtschaftlichen Beziehungen beigetragen.

In ihrer Function ein Seitenstück zum Deckrande bilden Einstülpungen (s. S. 85) der Blattspreite, wie sie bei einigen *P.* zur Umhüllung des Sorus dienen (*Woodwardia*, *Antrophyum*, mehrere *Polypodieae* u. a.). Am verbreitetsten treten sie auf bei den (typisch sowohl eines Deckrandes wie des Indusiums entbehrenden) *Polypodieae* (*Polypodium*, *Lecanopteris*). Hier wird bei manchen Arten die Außenöffnung der Einstülpung mittels Haarbildungen geschützt oder durch Vorwölbung der Blattsubstanz sogar noch verengert und damit die Abschließung des Sorus wirksam gefördert. Ihr Extrem erreicht diese Tendenz bei *Enterosora*, wo die den Sorus bergende Grube nur mit schmaler Spalte sich nach außen öffnet.

Anatomische Verhältnisse. Hierüber vgl. Allgemeine Einleitung S. 39ff., und über epharmonische Erscheinungen S. 65ff.

Die Spreuhaare der *P.* (Fig. 40) können öfter in systematischer Hinsicht verwandt werden. So zeigen sich die in Fig. 40 einander gegenüber gestellten Typen (Paleae cystopteroideae, Zellen mit gleichmäßig zarten Wänden — Paleae clathratae, Zellen z. T. mit stark verdickten Wänden) für größere Kreise der *Asplenieae* constant. Ebenso ist einer gewissen Verwendung fähig der Gegensatz zwischen den aus einer Zellreihe bestehenden Haaren und den eine Zellfläche bildenden Schuppen. Doch muss es als Fehlgriff Kuhn's bezeichnet werden, darauf die primären Abteilungen der *P.* gründen zu wollen.

Sori und Sporangien. Hierzu vgl. Allgemeine Einleitung S. 79 ff.

Sori. Bei den weitaus meisten *P.* geht die Bildung der Sporangien von den Adern aus, wo sie in umgrenzten Gruppen (Sori) gedrängt neben einander entstehen. Die Stelle, wo der Sorus inseriert ist, heißt Receptaculum, ein bequemer Ausdruck, der jedoch von manchen Autoren beschränkt wird auf die mit einem speciellen Tracheïdenzweig bedachten Gewebepolster, wie sie namentlich bei den *Woodsieae* und *Aspidieae* die Unterlage des Sorus bilden.

Die Lage der Sori in Bezug auf die fertile Ader und deren damit verknüpfte Modificationen müssen noch heute als wichtigstes Kriterium für die Systematik der *P.* betrachtet werden, so dass die vorkommenden Fälle hier kurze Besprechung verlangen.

1. Fertile Adern auf ihrer ganzen dorsalen Erstreckung Sporangien tragend. Sori also lineal. (*Gymnogrammineae*). Ganz unverändert (verglichen mit den sterilen) bleiben sie dabei bei *Gymnogramme*, *Nothochlaena* u. a. in denjenigen Fällen, wo die Sporangien in lockerer Folge die Ader besetzen. Mit gedrängterer Stellung pflegt eine leichte Verdickung der Ader verbunden zu sein, wie sie der entsprechenden sterilen abgeht.

2. Fertile Adern nur an bestimmten Stellen dorsal Sporangien tragend. Meist ist diese Stelle ein eng umschriebener rundlicher Bezirk, so dass auch der Sorus runden Umriss gewinnt. Sehr allgemein und functionell ohne weiteres verständlich tritt dabei eine Anschwellung der Ader auf. Bei den *Woodsieae* und *Aspidieae* kann diese Verdickung so bedeutende Dimensionen annehmen, dass ein besonderer Seitenzweig des Leitsystems die Versorgung des Sorus übernehmen muss (Echtes »Receptaculum« mancher Autoren, bei *Aspidium*, *Struthiopteris* etc.). Bei *Peranema* erreicht dieser Seitenzweig einen solchen Grad von Selbständigkeit, dass er über die Blattfläche emporgehoben ein stielartiges Fußstück des Sorus bildet (Fig. 86, *A*). — Häufig breitet sich von dem eng begrenzten Receptaculum die Production von Sporangien nach beiden Seiten längs des Adernrückens aus. Wenn die Derivate benachbarter Receptacula auf diesem Wege zusammenstoßen, so spricht die beschreibende Pteridologie von ‚soris confluentibus'. Das Resultat ist in solchen Fällen ein »linealer oder länglicher Sorus«, wie ihn die *Gymnogrammineae* von vornhein besitzen. Dieser formalen Übereinstimmung des fertigen Zustandes kommt natürlich keine classificatorische Bedeutung zu; ihre übertriebene Würdigung hat die Systematik zu reinsten Schematismen verführt, die noch heute ihre Spuren hinterlassen.

3. Fertile Adern nur an ihrem Ende Sporangien tragend. Meist schwillt dies fertile Ende kopfig an (z. B. *Didymochlaena*, *Nephrolepis*, *Cheilanthes*).

4. Fertile Adern im vordersten Teile sich gabelnd, in der Gabelung Sporangien tragend (*Davallia*, *Humata*). Durch Verkürzung und allmähliche Reduction eines der beiden Gabeläste geht dieser Typus sehr stufenweise in die rein dorsale Insertion über (vgl. Fig. 86 *J*).

5. Fertile Adern lateral Sporangien tragend, am Rücken steril (*Asplenieae* pt., Fig. 86 *C*). Hier kommen durch Übergreifen der Sporangien gegen den Aderrücken hin Übergänge zu dorsaler Insertion vor (*Athyrium*).

6. Sporangien auf besonderen (d. h. dem sterilen Blatte resp. Blattteile fehlenden) Adern. Dieser eigentümliche Modus kommt einmal den *Pterideae* zu, wo am fertilen Blatte die Enden der sterilen Adern durch einen intramarginalen Verbindungsstrang communicieren, der allein Sporangien erzeugt. Ähnlich hat man die ausschließlich fertilen Adern bei vielen *Blechninae* zu beurteilen.

Complicierter wird der gleiche Vorgang bei den *Taenitidinae*, wo sich eigentümliche, feine Adernstränge zu einem der Rippe parallelen Receptaculum vereinen. Endlich, an den fertilen Teilen des *Platycerium*-Blattes, nimmt von dem normalen (mit dem sterilen übereinstimmenden) Adernnetz ein reich-gegliedertes Maschenwerk seinen Ursprung, dass aus dünnen, Sporangien tragenden Strängen besteht.

7. Sporangien nicht an die Adern gebunden, sondern auch auf das zwischen dem Aderngerüst ausgespannte Parenchym übergreifend. Es kommt wohl in den meisten Gruppen ausnahmsweise vor, dass auch das Parenchym Sporangien hervorbringt: so findet es sich z. B. bei gewissen Arten von *Blechnum* und der Sect. *Adiantellum* von *Adiantum*, im Gegensatze zu dem in ihrer Verwandtschaft üblichen Verhalten. In manchen Kreisen dagegen wird die Emancipation der Sporangien von den Adern zur Regel, und die Unterscheidung einzelner Sori hört damit natürlich auf. (*Anetium*, *Acrosticheae*). Zugleich ist dadurch Anlass gegeben zu Verwechselungen mit äußerlich ähnlichen, doch im Wesen heterogenen Verhältnissen. Denn auch in allen Fällen, wo bei contrahiertem Parenchym die fertilen Adern so genähert liegen, dass die reifen Sori mit einander ver-

schmelzen, lässt der fertige Zustand keine selbständigen Sori mehr erkennen (*Polybotrya*, *Gymnopteris*, *Dryostachyum*, *Photinopteris* u. v. a.).

Im allgemeinen ist die Erzeugung der Sporangien auf die Blattunterseite beschränkt. Übergriffe auf die obere Fläche lassen sich nur ganz selten (z. B. *Polybotrya cervina* (Sw.) Kaulf.) beobachten. Habituell auffällige Erscheinungen liefert das Vortreten der fertilen Adern über den Blattrand hinaus, das in mehreren Formenkreisen stattfindet und namentlich bei terminaler Fructification ungewöhnliche Bilder ergiebt (s. Fig. 90). — Gemischt mit den Sporangien kommen bei vielen Arten auf dem Receptaculum trichomatische Gebilde vor: zuweilen Haare, zuweilen compliciertere Gebilde. Besondere Mannigfaltigkeit besteht in dieser Hinsicht bei den *Polypodieae* (vgl. S. 82). *Polypodium* § *Pleopeltis* besitzt z. B. zahlreiche kreisrunde, dachig sich berührende Schildschuppen, *Hymenolepis*, *Lepicystis* u. a. Spreuschuppen von verschiedener Gestalt. — Keulenförmige Gebilde, oft ausgezweigt, finden sich vielfach neben den Sporangien; als rudimentäre Sporangien werden sie in den beschreibenden Werken mit dem Namen Paraphysen belegt. Vgl. dazu S. 85*f.*

Auch auf den Sporangien selbst kommen Haargebilde vor, die in entwickelten Fällen (*Nephrodium*) sich zu einer Schutzdecke des Sorus verflechten mögen.

Indusium. Vgl. S. 85ff. Bei einer großen Anzahl von *P.* wird der Sorus bedeckt von einem Gebilde meist trichomatischer Natur, dem Indusium. Seine Persistenz ist sehr wandelbar, häufig fällt es, nach Erfüllung seiner Function, bei der Reife der Sporangien ab. Dem Wesen nach unterscheidet es sich zuweilen so wenig von einer gewöhnlichen Spreuschuppe, dass seine Beziehungen zum Sorus schließlich das einzige bleiben, was von einem Indusium zu sprechen gestattet. Sichere Entscheidung darüber ist in manchen Fällen sogar sehr erschwert, und man versteht, warum die Angaben über Vorhandensein oder Fehlen der systematisch so wichtigen Hülle sich oft widersprechen.

Es wurde oben bereits betont, dass das Indusium nicht verwechselt werden darf mit dem physiologisch gleichwertigen, aus dem ± modificierten Blattrande bestehenden Deckapparate. Ebenso wurde schon auf einige Schwierigkeiten strenger Definition des Indusiums hingewiesen (S. 145 f.). Hier wäre nachzutragen, dass die bisherigen Versuche einer solchen Definition nicht befriedigen, da eben ein allgemein gültiges Merkzeichen nicht existiert und kaum existieren kann, wie Burck bereits in seiner Bearbeitung des Gegenstandes richtig bemerkt. Mettenius wollte ein »Indusium verum« charakterisiert wissen durch den Mangel der Spaltöffnungen, wodurch es in der That von den meisten Deckrand-Gebilden praktisch ganz sicher und bequem unterschieden werden kann. Aber die sonstigen Erfahrungen über die Verteilung der Stomata im allgemeinen lassen a priori keine principielle Gültigkeit des Mettenius'schen Kriteriums erwarten. Es ist in der That nicht abzusehen, warum bei erblich überkommener tiefer greifender Modification des Deckrandes nicht auch die Anlage des stomatären Apparates von vornherein unterbleiben solle. Bei dieser Sachlage setzt die morphologische Deutung der Sorushülle in einzelnen Fällen sehr eingehende Prüfung voraus. Trotzdem bleibt mitunter (vgl. z. B. *Davallieae*) eine gesicherte Entscheidung unmöglich, zumal man oft eingehendere entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen noch vermisst, die in derartigen strittigen Fällen zu Rate zu ziehen wären.

Die äußere Form des Indusiums stimmt gewöhnlich mit der des Sorus überein, wie sich das aus seiner Function ja von selbst versteht.

Der Insertion nach lassen sich folgende durch zahlreiche Übergänge vermittelte Typen unterscheiden:

I. Indusium unterständig, ± central angeheftet. Dabei

1. Indusium kugelförmig, Fig. 86*A*, (mehrere *Woodsieae*), entspricht dem bei *Cyathea* herrschenden Typus. Es öffnet sich durch meist unregelmäßige, am Scheitel beginnende Längsrisse. Wie bei *Cyathea* ist es nahe verbunden mit folgender Form.

2. Indusium schalenförmig, Fig. 86*B*, (*Woodsia* pt., *Hypoderris*), von vornherein am Scheitel offen.

Fig. 86. Typen des Indusiums bei den *Polypodiaceae*, *D* zum Vergleich daneben gestellt: *A Peranema cyatheoides* Don. I. unterständig, central angeheftet, kugelförmig, gestielt. — *B Hypoderris Brownii* J. Sm. I. unterständig, central angeheftet, schalenförmig. — *C Asplenium bulbiferum* Forst. I. seitlich, linienförmig angeheftet intrors. — *D* Stark modificierter Deckrand von *Cassebeera triphylla* Kaulf., zum Vergleich mit introrsem I. — *E Cystopteris fragilis* Bernh. I. seitlich, punktförmig angeheftet, extrors. — *F Diellia falcata* Brack. I. seitlich, kurz linienförmig angeheftet, extrors. — *G Nephrodium Filix Mas* Rich. I. oberständig, seitlich, punktförmig angeheftet, extrors. — *H Humata heterophylla* (Desv.) Sm. I. seitlich, linienförmig, anch dem Parenchym angeheftet, extrors. — *J Davallia canariensis* Sm. I. seitlich, an drei Seiten dem Parenchym angeheftet, extrors. — *K Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. Zwei Indusien, eines extrors, das andere intrors, gewimpert. — *L Scolopendrium brasiliense* Kze. Indusienpaar über einem Soruspaar, ein I. extrors, das andere intrors. — *M Fadyenia prolifera* Hook. I. oberständig, central angeheftet, gestreckt-nierenförmig. — *N Aspidium trifoliatum* (L.) Sw. I. oberständig, central angeheftet, kreisrund. — *O Struthiopteris germanica* Willd. I. verkümmernd, da gleichzeitig breiter Deckrand vorhanden. (Original.)

Übergänge zu den folgenden Typen lassen sich bei den *Woodsieae* hier und da beobachten.

II. Indusium ober- oder unterständig, seitlich angeheftet; je nach dem es seinen freien Rand der relativen Abstammungscosta seiner eigenen Ader zuwendet oder ihn umgekehrt nach dem Segmentsaume hin richtet intrors oder extrors.

1. Indusium intrors. Die Anheftungsstelle der Form des Sorus entsprechend lang-, Fig. 86 *C* (*Asplenium*, *Blechnum*) oder kurz-linienförmig (*Doodia*), jedoch nie punktförmig. Bei submarginaler Fructification wird hier die Scheidung von Deckrandlappen (Fig. 86 *D*) mitunter sehr problematisch (z. B. *Cassebeera!*).

2. Indusium extrors. Die Anheftungsstelle ebenfalls linienförmig (*Lindsaya*) bis punktförmig, Fig. 86 *E*—*G* (z. B. *Diellia*, *Cystopteris* und viele andere).

Specialfälle dieses Typus bieten die *Davallieae*, indem dort die Indusiumbasis mitunter nicht ausschließlich adernständig ist, sondern durch Übergreifen auf das angrenzende Parenchym eine breite Ansatzfläche erhält, Fig. 86 *H* (*Humata*). Noch weiter angewachsen zeigt sich das Indusium z. B. bei *Davallia*, Fig. 86 *J*, und verwandten, wo schließlich nur seine Außenwand frei bleibt.

3. Zwei Indusien, das eine extrors, das andere intrors, Fig. 86 *K*, besitzen wahrscheinlich die Sori von *Paesia* und *Pteridium*. Da beide Genera gleichzeitig submarginale Fructification zeigen, so kann nur entwickelungsgeschichtlich der Charakter der äußeren (introrsen) Hülle entschieden werden. Burck schreibt ihr auf Grund entsprechender Untersuchungen Indusium-Charakter zu.

4. Anomale Fälle kommen nicht selten bei den *Asplenieae* zustande, wo die Einzelsori öfter (z. B. *Scolopendrium*) ihre Selbständigkeit so weit einbüßen, dass je zwei zusammen von einem Indusienpaar gedeckt werden, dessen Einzel-Indusien dann gegen einander, d. h. nach entgegengesetzten Seiten, sich richten. Fig. 86 *L*.

III. Indusium oberständig, central angeheftet, an den Seiten frei.

1. Indusium gestreckt-nierenförmig, länger als breit. Fig. 86 *M*. (*Fadyenia*, *Luerssenia*, *Didymochlaena*, *Mesochlaena*).

2. Indusium ± kreisrund. Fig. 86 *N*. (*Aspidium*, *Polystichum*, *Cyclodium* u. a.). Bei den *Aspidiinae* liegen zahlreiche sehr allmähliche Übergänge zu II. 2 vor.

Der Rand des Indusiums zeigt häufig wimperartige Bildungen, die in manchen Fällen eine relativ bedeutende Länge erreichen. (*Woodsia*, *Pteridium* u. a. Vgl. Fig. 86 *B*, *K*). Bei einigen *Woodsiinae*, wo der Körper des Indusiums klein ist, bilden seine wimperartigen Fortsätze die Haupthülle des Sorus (*Hypoderris*, Fig. 86, *B*; vgl. ferner Fig. 88). Auf der Fläche des Indusiums kommen mannigfache Trichombildungen zur Beobachtung (*Fadyenia*, *Nephrodium*, *Mesochlaena*). Wie oben schon erwähnt, findet man das Indusium von wechselnder Textur; am häufigsten zwar sehr dünn-hyalin, doch namentlich bei den *Davallieae* mitunter von ansehnlicher Dicke.

Von den Beziehungen des Indusiums zur Blattfläche wurde bereits auf jene Fälle gewiesen, wo eine Verwachsung des Indusiumrandes mit dem unterliegenden Blattparenchym statt hat. Zu besonders auffälligen Gebilden führt dieser Process bei submarginaler Fructification, indem dann die beteiligte Partie des Blattrandes, oft indusiumartig modificiert, mit dem eigentlichen Indusium verwächst: es entsteht so aus heterogenen Stücken eine kelchartige Hülle um den terminalen Sorus (z. B. *Microlepia*). Übrigens lassen manche näher zu verfolgende Angaben entwickelungsgeschichtlicher Arbeiten vermuten, dass diese Hüllgebilde mitunter auch aus der Vereinigung äquivalenter Sprossungen hervorgehen.

Erheblich anders stellt sich das Resultat, wenn der ± modificierte Blattrand sich umschlägt und damit zum wirksamen Hüllorgan des Sorus wird. Es ist in derartigen Fällen meist von einem echten Indusium nichts wahrzunehmen; gewöhnlich legt der Vergleich mit den Verwandten die Annahme nahe, dass schon die näheren Antecedenten kein Indusium besaßen. Bei anderen Gattungen jedoch (*Onocleinae*) existieren beide Typen der Bedeckung neben einander, und da erweist sich stets das echte Indusium an seiner ganzen Structur als offenbar in Rückbildung begriffenes Organ.

Ein anscheinend seltener eintretender Anlass zum Abort des Indusiums bietet sich mit dem Übergewicht trichomatischer Bildungen an der Spreite. So dürfte die reiche Ausstattung des Blattes der meisten *Ceterach*-Formen mit großen Spreuschuppen wohl für die hier deutlich sich vollziehende Verkümmerung des Indusiums (Fig. 128) verantwortlich zu machen zu sein.

In anderen Fällen kennen wir die Umstände nicht, welche zu dem Schwinden des Indusiums wirksam beitrugen. Zwar existieren innerhalb den Grenzen einer Gattung (*Woodsia, Aspidium, Nephrodium, Polystichum*), ja einer Art (z. B. *Nephrodium urophyllum*) indusienlose und behüllte Sori neben einander; aber ihr Vergleich hat bis jetzt keine triftige Erklärung des verschiedenen Verhaltens ergeben.

Jedenfalls aber haben die pteridologischen Untersuchungen mehr und mehr erwiesen, dass es ein Irrweg der Systematik war, Anwesenheit oder Fehlen des Indusiums zum primären Kennzeichen der natürlichen Verwandtschaft zu stempeln. Gerade wie etwa die siphonogamen *Apetalae* unhaltbar waren, so mussten die *Gymnosori* aufgegeben werden. Fée erkannte das bereits 1836, ohne deshalb dem Indusium überhaupt jeden Wert in classificatorischer Hinsicht abzusprechen. Das bleibt der einzig mögliche Standpunkt.

Sporangien. Die Sporangien zeigen in der Mehrzahl aller Fälle die in Fig. 57 (S. 81) dargestellten Verhältnisse. Der Stiel ist nicht immer so lang wie dort; zuweilen schwindet er fast ebenso wie bei den *Cyatheaceae* (z. B. *Diacalpe*).

Der Ring verläuft fast überall genau transversal. Abweichungen von dieser Norm kommen da und dort vor; nirgends aber so auffallend wie bei *Plagiogyria*, die wegen ihres Ringes von Mettenius aus der Familie ausgeschlossen wurde. Die Zellen des Stomiums, meist sehr zart, zeigen sich in manchen Fällen etwas dickwandiger und weniger von dem übrigen Teile des Ringes abgesetzt (*Humata*).

Der Zahl der Ringzellen wurde namentlich von Fée Beachtung geschenkt. Er fand als Minimum etwa 10 (bei einigen *Polypodium*), als Maximum 32 (bei *Onoclea*); höheren Wert für die Systematik scheinen die beobachteten Zahlen jedoch nicht beanspruchen zu können. Fée's Behauptung, die *Asplenieae* besäßen einen relativ vielzelligen Ring, die *Polypodieae* und *Acrosticheae* einen wenigerzelligen, gilt nur mit allem Vorbehalt.

Geographische Verbreitung. Die geographische Verbreitung der Polypodiaceen ist für die Pflanzengeographie von allgemeiner Bedeutung. Denn in gewissen Gebieten der Erde reihen sie sich durch Mannigfaltigkeit und Individuenfülle unter die herrschenden Familien ein; dann aber knüpfen sich an die Eigentümlichkeiten ihrer Organisation manche Verbreitungs-Erscheinungen, deren Vergleich mit der Siphonogamen-Geographie interessante Thatsachen ergiebt.

Die Familie im ganzen hat als eine in hohem Grade hygrophile zu gelten. Feuchtigkeit ist meist erstes Erfordernis, weit wesentlicher als hohe Wärme, selbst wichtiger als gleichmäßige Temperatur. Dementsprechend sind die mit reichsten Niederschlägen ausgestatteten Erdgebiete die einzigen, wo man Mannigfaltigkeit und geschlossene Formenketten antrifft. Dabei zeigt die Farnflora des gemäßigten Himalaya und Neuseelands, ebenso wie der Hochgipfel Malesiens, dass die absolute Höhe der Temperatur eine geringe Rolle für ihre Entwickelung spielt. Umgekehrt fehlt den trockeneren Ländern durchweg eine mannigfaltige *P.*-Vegetation, und was noch bemerkenswerter, die vorhandene trägt nur selten originelle Züge.

Die durchschnittliche Verbreitungsfähigkeit der *P.* kann man wohl höher schätzen als die der Siphonogamen; eine Reihe bekannter Fälle sind als Illustration dieses Satzes bekannt: Die vulkanischen Districte des nördlichen Neuseelands z. B. beherbergen an ihren warmen Quellen einige tropische Farne, die sonst auf der Insel fehlen und nicht gut als Relicte zu deuten sind. Auf dem Boden neuen Landes finden sich *P.* als erste Kolonisten höherer Organisation ein. Die Insel Krakatau wurde drei Jahre nach der berühmten Eruption von Treub mit einem dichten Farnkleide geschmückt gefunden. Es giebt eine Reihe nahezu kosmopolitischer Genera (*Blechnum, Nephrodium, Polystichum,*

Pteridium, *Polypodium*) neben mehreren wenigstens in den wärmeren Erdteilen überall vertretenen (*Adiantum*, *Cheilanthes*, *Notochlaena*, *Pteris*), sowie einige fast ebenso weit verbreitete Species (z. B. *Cystopteris fragilis*, *Asplenium viride*, *A. Trichomanes*, manche *Nephrodium*- und *Polystichum*-Typen, *Pteridium aquilinum*). Immerhin hat man sich vor dem Glauben zu hüten, die hierdurch bezeugte Expansionskraft könne sich über alle Schranken hinwegsetzen; ein eingehenderes Studium der Thatsachen macht jede Übertreibung in dieser Hinsicht unmöglich.

Die Deutung farngeographischer Erscheinungen ist mit großen Schwierigkeiten verbunden, umsomehr als man die Unsicherheit der systematischen Grundlage auf Schritt und Tritt empfindet. Baker's sorgfältig bearbeiteter Katalog der Farn-Verbreitung (Transact. Linn. Soc. XXVI. (1868) 305 ff.), noch immer die beste weil einheitlichste Grundlage für vergleichende Studien, leidet schwer unter der Beschaffenheit der gewählten Classification. Die Zahlenangaben außerdem geben an Willkür allen sonstigen nichts nach, denn seine vorgeblich »well-marked species« (l. c. p. 306) bestehen nur in des Verfassers Phantasie. Die folgende Darstellung sieht also von statistischem Beiwerk möglichst ab und beschränkt sich auf die Hervorhebung der allgemein auffallendsten Thatsachen, welche die einzelnen Gebiete in ihrer Farn-Vegetation hervortreten lassen.

Im nördlich-extratropischen Reiche zeichnen sich das arktische und subarktische Gebiet aus durch äußerst geringe Formenzahl und mehr noch die völlige Charakterlosigkeit ihrer Farnflora. Echt endemisch finden wir dort keine einzige Species. *Cystopteris fragilis*, *Woodsia* § *Euwoodsia*, *Polypodium vulgare* und einige der oben als subkosmopolitisch genannten Arten dringen am weitesten gegen Norden. Allenfalls charakteristische Erzeugnisse des Gebietes könnte man *Nephrodium fragrans* und *Athyrium crenatum* nennen, die einzigen, welche dem gemäßigten Europa fehlen. Sonst zählt Baker von 26 Arten 15 für das kalte Amerika, 25 für das nördliche Eurasien auf; in jenen hohen Breiten dürften sie sämtlich als Vorposten zu betrachten sein, denn fast alle gehören auch zum Besitzstand der gemäßigt-borealen Länder.

Die übrigen Gebiete der nördlichen Extratropen bieten im einzelnen bedeutsame Verschiedenheiten. Allen gemeinsam sind nur wenige Typen und diese für die Einzelprovinzen von ungleicher Bedeutung: so wieder die erwähnten Kosmopoliten, ferner *Woodsia* § *Euwoodsia*, *Nephrodium Dryopteris*, *N. Phegopteris*, *N. Thelypteris*, *Athyrium Filix femina*, *Polystichum Lonchitis*, *Blechnum Spicant*, *Cryptogramme*, *Polypodium vulgare*.

Im mitteleuropäisch-aralokaspischen Gebiete bringt die Verschiedenheit seiner Klimate merkliche Contraste in der Farnflora hervor. Die weiten Ebenen und Steppen sind sehr artenarm, die Gebirge reicher, aber wenig eigentümlich (*Athyrium alpestre*). Zu den besser charakterisierten Arten des Bestandes zählt *Nephrodium montanum*. — Die atlantische Provinz nimmt noch einige mediterrane Ausläufer auf, die den Rhein nur wenig überschreiten. Ebenso ragen die Südalpen hervor durch den Besitz mediterraner Species, bezw. durch endemische Typen mediterranen Charakters (z. B. *Asplenium Seelosii*). Von den übrigen Provinzen des Gebietes ist nur der Kaukasus mit einzelnen Specialitäten (*Woodsia fragilis*) begabt.

Sehr isoliert von den anderen Gebieten des Reiches, mit einander aber um so inniger verbunden, stehen Makaronesien und das Mediterrangebiet. Die Verhältnisse ihres Klimas sind nicht gerade günstig für Farnleben; trotzdem übertreffen sie an Eigentümlichkeiten die ausgedehnten Grenzländer des Nordens. — Die Ähnlichkeit Makaronesiens mit den Mittelmeerländern in ihren *P.* geht so weit, dass von den Species der atlantischen Inseln in Europa nur 11 nicht wiederkehren: die Hälfte dieses kleinen Überschusses besteht aus weitverbreiteten Tropenfarnen, von den übrigen sind 3 endemisch in Makaronesien (*Polystichum falcinellum*, *P. drepanum*, *Cheilanthes pulchella*), 2 in merkwürdiger Übereinstimmung mit dem extratropischen Südostafrika (*Polystichum frondosum*, *Adiantum reniforme*). Sonst wie gesagt allseitige Übereinstimmung mit dem Mediterrangebiet, besonders auffallend wohl mit seiner westlichen Hälfte; *Ceterach*-, *Cheilanthes*-, *Notochlaena*-Arten aber, die auf Madeira beginnend bis zum Nordwestsaum des Himalaya reichen, bezeugen die Einheit des Ganzen. Die Beziehungen dieser Totalflora gleichen

denen der siphonogamen: teils arktotertiär (z. B. *Woodwardia, Davallia, Asplenium lanceolatum*), teils altafrikanisch (*Polystichum, Ceterach, Adiantum, Cheilanthes*). — Innerhalb der Mittelmeerländer oder vielmehr fast schon an ihrer Nordgrenze steht bevorzugt die circumadriatische Zone durch die Erzeugung eigentümlicher endemischer *Asplenium*.

Während Centralasien im weitaus größeren Teile einer selbständigen Farnvegetation völlig entbehrt, sind die dem Einflusse des Monsuns ausgesetzten Ketten des Himalaya und Westchinas auch in ihren gemäßigten Regionen unter allen temperiert-borealen Ländern weitaus am reichsten mit *P.* ausgestattet. Nicht nur zeigen sie in mehreren für die gesamten nördlichen Extratropen bezeichnenden Formenkreisen eine hochgradige Differenzierung, sondern sind auch durch Alleinbesitz vieler Abkömmlinge tropischen Charakters (*Humata, Dennstaedtia, Polypodium* u. a.) vor den europäischen und amerikanischen Provinzen ausgezeichnet. Zur Beleuchtung dieser Vorzüge genügt es, auf den Polymorphismus hinzuweisen, welchen Kreise wie *Cheilanthes farinosa, Pteris cretica, Polypodium amoenum, Polypodium* Gruppe *Schellopsis* in jenen Gebirgen beobachten lassen.

Das mandschurisch-japanische Gebiet kommt in seinem Charakter der vorigen Region am nächsten, trotzdem die speciellen Unterschiede erheblich genug. Bezeichnende Typen bilden z. B. *Woodsia polystichoides, Nephrodium* § *Podophyllae, Polystichum tripteron, P. craspedosorum, Niphobolus tricuspis.* Die Analogie zwischen Japan und den Gebirgen Formosas verdient Aufmerksamkeit.

Am weitesten von dem allgemein borealen Charakter entfernt sich das pacifische Nordamerika. Zwar besitzt es mehrere *Nephrodium, Blechnum Spicant, Athyrium Filix femina, Adiantum pedatum* und eigentümlicherweise die europäischen *Polystichum Lonchitis, Asplenium septentrionale.* Doch die Hauptmasse der Farnflora setzt sich zusammen aus Species von *Notochlaena, Gymnogramme, Pellaea, Cheilanthes*; durch die Mannigfaltigkeit dieser mexikanischen Elemente tritt der Gegensatz der pacifischen *P.*-Flora zur atlantischen ebenso scharf hervor wie durch das Fehlen von *Struthiopteris, Onoclea, Dennstaedtia, Scolopendrium* (sowie *Schizaea, Lygodium, Osmunda*). — Ganz anders zeigt das atlantische Nordamerika wiederum echt boreales Gepräge, aber in eigenartiger Prägung. Man findet einige gut charakterisierte Arten (*Cystopteris bulbifera, Nephrodium hexagonopterum, N. marginale, Polystichum acrostichoides, Athyrium angustifolium, Asplenium montanum*), besonders aber eine Fülle ostasiatischer Typen, die dem westlichen Nachbargebiete abgehen (*Onoclea, Struthiopteris, Dennstaedtia punctiloba, Scolopendrium* § *Camptosorus, Woodwardia* § *Anchistea, Woodwardia* § *Lorinseria, Adiantum pedatum*). Die bezügliche Übereinstimmung mit der siphonogamen Waldflora muss frappant genannt werden, wie in gleichem Sinne auch die Spärlichkeit neotropischer Spuren: die epiphytische *Lepicystis incana* liefert das einzige bemerkenswerte Beispiel.

Die beiden tropischen Reiche kennzeichnen sich in ihren feuchteren Regionen zunächst durch den Alleinbesitz oder wenigstens die fast ausschließliche Entfaltung einer ganz erheblichen Anzahl von Formenkreisen, wie *Didymochlaena, Aspidium, Gymnopteris, Oleandra, Nephrolepis, Saccoloma, Microlepia, Odontosoria, Dennstaedtia, Schizoloma, Lindsaya, Diplazium, Asplenium* § *Neottopteris, Stenochlaena, Doryopteris, Plagiogyria, Pteris, Histiopteris, Monogramme, Vittaria, Antrophyum, Acrostichum, Elaphoglossum, Platycerium.*

Das westafrikanische Waldgebiet steht hinter sämtlichen übrigen klimatisch ähnlich beschaffenen Ländern weit zurück in der Mannigfaltigkeit der *P.*, und unter seinen Endemismen giebt es wenig Originelles. Wie bei den Siphonogamen äußern sich manche amerikanische Züge unverkennbar an diesem Westsaume der Paläotropen, namentlich auffallend *Asplenium theciferum, Adiantum tetraphyllum, A. dimidiatum, Lonchitis, Polypodium Irvingii, P. serrulatum, P.* § *Campyloneuron.*

Das indo-afrikanische Steppengebiet stellt mit dem Plateau von Dekkan den am schwächsten mit *P.* ausgestatteten Teil der Tropen dar, wenn man etwa von den besser bewässerten Grenzgebieten Südostafrikas absieht, wo sogar temperiert-boreale Formen (*Woodsia*) sich einfinden. Es fehlen eine Reihe sonst bezeichnender Gruppen,

ohne dass entsprechende Individualität dafür Ersatz lieferte. Einigermaßen charakteristisch sind *Pellaea* § *Pteridella* und eine allerdings sehr isolierte, die meisten Grenzen des Gebietes kaum überschreitende Gattung, *Actiniopteris*. Beide greifen freilich auch auf das malagassische Gebiet hinüber, das im übrigen eine interessantere *P.*-Flora beherbergt. Ihre Haupteigentümlichkeiten hebt bereits Baker treffend hervor: erheblich größerer Reichtum gegenüber Afrika; bedeutender Endemismus; ausgesprochene Affinität mit den indomalesischen Ländern (*Hymenolepis*). Die Originalität auch dieser Flora muss jedoch gering genannt werden; als endemische Gattung figuriert *Ochropteris* von den Maskarenen. Sonst weisen mehrere Typen auf das gegenüberliegende Festland Südafrikas, an anderen beobachtet man amerikanisches Gepräge (z. B. *Gymnogramme argentea*).

Das vorderindische Gebiet (mit Ausschluss Ceylons), zum größeren Teile seiner Trockenheit wegen sehr dürftig mit *P.* besetzt, kennzeichnet sich selbst in den begünstigteren Teilen ausschließlich durch negative Charaktere, von denen der Mangel typischer Pantropisten am meisten auffällt (*Didymochlaena, Arthropteris ramosa, Nephrolepis acutifolia, Polypodium* § *Phymatodes*).

Sämtliche nach Osten nun anschließenden Länder der Paläotropen stehen in engster Verbindung mit einander. Sie bilden in ihrer Gesamtheit das eine der beiden Hauptareale der *P.*-Entfaltung. Sie zeigen sich wohl-charakterisiert durch lebhafteste Entwickelung oder alleinigen Besitz (*) folgender z. T. isolierter (solche gesperrt) Sippen: **Mesochlaena*, *Polybotrya** § *Teratophyllum*, **Stenosemia*, **Dipteris*, *Humata, Davallia, Microlepia*, **Wibelia*, *Lindsaya* *§ *Synaphlebium*, **Allantodia*, *Doodia*, **Syngramme*, **Coniogramme*, *Plagiogyria*, *Polypodium* § *Pleopeltis Pinnatifidae*, *P.** § *Aspidopodium*, **Cheiropleuria*, die complicierteren *Platycerium*-Arten.

Zu diesen hinzu kommen in der weit selbständigeren Westhälfte, (d. h. tropischer Himalaya, Ceylon, Hinterindien, Malesien), dem Kerne des gesamten Gebietes, noch folgende beachtenswerte Endemismen in allgemeiner Verbreitung vor: *Diacalpe, Acrophorus, Polybotrya* § *Egenolfia, Monachosorum, Taenitis, Lecanopteris, Photinopteris*, in der Mehrzahl Typen, die durch ihre Isolierung in scharfem Gegensatz zum gewöhnlichen Verhalten der *P.* stehen.

Die in Malesien culminierende Polypodiaceen-Flora beeinflusst weithin die Nachbarländer. Sehr erhebliche Ausstrahlungen treffen im Norden die tibetanischen Hochlande, weiter die chinesisch-japanische Region; ja man kann sagen, die gesamte »arktotertiäre« Farnflora verrät noch heute malesischen Charakter. Ebenso werden wir die Abhängigkeit kennen lernen, in welcher der gesamte Südosten, die pacifische Inselwelt, dem malesischen Gebiete gegenüber sich befindet.

Ein bedeutsamer Charakter dieser Farnvegetation liegt in ihrer systematischen Composition: der Mischung äußerst polymorpher, weit verbreiteter Gruppen mit gleichförmig gestalteten, selbst in kleineren Districten localisierten Typen. So bezeichnen den tropischen Himalaya eine Reihe typischer Species (z. B. *Adiantum Parishii*); zum Teil gemeinsam mit den Nilgiris, wie die monotypische *Peranema*. — Das Ostasiatische Tropengebiet führt in der dort endemischen und sowohl systematisch wie physiognomisch absonderlichen *Brainea* ein treffliches Wahrzeichen, in *Cheiropteris* besitzt dort *Aspidium* einen jedenfalls eigenartigen Abkömmling. — Auf den Sundainseln selbst treten uns reine Endemismen in Menge entgegen: so *Luerssenia* in Sumatra; auf sämtlichen anderen und namentlich Borneo eine stattliche Reihe wahrhaft eigenartiger Species. Die Philippinen ausgezeichnet durch die mannigfachen Eigentümlichkeiten ihrer indigenen *P.* (*Polybotrya* *§ *Psomiocarpa*, **Polypodium Meyenianum*), und nicht minder ganz ausgeprägten Beziehungen zu Papuasien und Melanesien, wovon schon der gemeinsame Besitz einiger etwas anomaler endemischer Genera (*Triphlebia, Diplora, Platytaenia*) beredtes Zeugnis ablegt; während in den höheren Regionen der Gebirge einige Typen des temperierten Ostasiens wiederkehren.

In Melanesien, Ostaustralien, dem neuseeländischen Gebiet schließt sich der Grundstock der *P.* allseits an Malesien an. Es lässt sich zwar nach Osten hin ein allmählicher, stetiger Abfall an Zahl und Mannigfaltigkeit der Typen beobachten, doch ohne

dass damit jegliche Ursprünglichkeit aufhörte. In Neucaledonien vielmehr wie im tropischen Polynesien treten uns von vielen malesischen Typen eigene Prägungen entgegen, und auch durchaus selbständige Erzeugnisse fehlen nicht. Von Melanesien bis Neuseeland schmückt *Arthropteris tenella* die Waldungen, dazu mannigfache Species von *Pellaea* § *Platyloma*, eine Reihe eleganter *Blechnum*-Arten ungewöhnlichen Aufbaues. So entspricht denn der Charakter der Farnflora Neuseelands, für die polwärts so vorgeschobene Lage wunderbar tropisch, ganz den seine angiosperme Baumvegetation beherrschenden Regeln.

Die Sandwichinseln besitzen neben manchen melanesisch-polynesischen Typen eine Reihe weit verbreiteter, jedoch nicht polynesischer Gestalten, die vielleicht entfernt auf andinen Einfluss deuten (*Polystichum aculeatum*, *Cystopteris*, *Asplenium Adiantum nigrum*); sichtlicher amerikanisch sind *Pellaea ternifolia*, *Asplenium fragile*, *A. sandwichianum*. Dass daneben jedoch auch autochthone Entwickelung keine unwesentliche Rolle gespielt hat, ergiebt sich aus *Sadleria*, *Diellia* und einigen langen, lückenlos verlaufenden Formenreihen (*Asplenium*).

Das neotropische Reich stellt das zweite große Centrum heutiger Polypodiaceen-Verbreitung dar. Ob es »reicher« sei als das altweltliche, bleibe als müßige Frage unerörtert. Ungefähr steht es sowohl absolut wie relativ ziemlich gleichwertig dem malesischen gegenüber. Als Seitenstück zur Aufzählung S. 154 seien die besonders entfalteten oder endemischen (*) Gruppen auch für die Neotropen genannt: *Polybotrya* *§ *Eupolybotrya*, *P.* *§ *Olfersia*, *P.* § *Soromanes*, *Blechnum* *§ *Salpichlaena*, **Jamesonia*, *Neurogramme*, **Trismeria*, **Adiantopsis*, *Adiantum* § *Euadiantum Distichophyllae*, **Anopteris*, **Rhipidopteris*, *Elaphoglossum* § *Euelaphoglossum*, *E.** § *Hymenodium*, *E.* * § *Heteroglossum*.

Im trockenen Norden des Reiches, dem mexikanischen Hochland, nehmen an der Zusammensetzung der *P.*-Flora vorwiegend xerophile Gruppen teil: *Pellaea* § *Eupellaea*, *P.* § *Cincinalis*, *Cheilanthes*, besonders § *Physapteris*. Endemisch sind die Genera **Plecosorus* und **Llavea*.

Die Antillen, deren Farnwelt seit alters ihrer üppigen Schönheit wegen berühmt, zeigen neben breiter Entfaltung allgemein neotropischer Typen einige sehr eigenartige Specialitäten (*Hypoderris*, *Fadyenia*). Wie bei den Siphonogamen sind noch schwache boreale Einflüsse nachweisbar (z. B. *Cryptogramme stricta*).

Den Hauptsitz der Neotropenflora bilden heute die subandinen und nordbrasilisch-guianensischen Provinzen, wo auch ihre isoliertesten Endemismen zu Hause sind: *Cyclodium*, *Dictyoxiphium*, *Pterozonium*, *Amphiblestra*, *Hecistopteris*, *Enterosora*.

Die südbrasilianische Provinz lässt bereits eine weitgehende Abnahme der *P.* erkennen; verfügt jedoch noch in der reichen Entwickelung von *Cassebeera* und *Doryopteris*, sowie im Besitze von *Scolopendrium* § *Antigramme* über einige erwähnenswerte Besonderheiten.

Im andinen Gebiete treffen wir wenig Positives. Charakterpflanzen sind *Gymnogramme*, *Jamesonia*, *Cheilanthes*; als borealer Zug muss *Woodsia* genannt sein.

Juan Fernandez zählt unter den *P.* keine so auffallende Erscheinung, als es *Thyrsopteris* bei den Cyatheaceen ist.

Wenig Übereinstimmung in ihrer Polypodiaceen-Vegetation zeigen die unter dem altoceanischen Reiche geordneten Gebiete: Das antarktische Südamerika ist auffallend arm an *P.* und bietet wenig von Belang; St. Helena und Tristan d'Acunha relativ übermäßig reich und jedes in seiner Art bemerkenswert. St. Helena, dessen Gesamtvegetation beiläufig zu fast einem Drittel aus *P.* besteht, ragt durch Individualität hervor (**Microstaphyla*!). Hooker-Baker führen von 25 Arten 13 als endemisch; 7 kommen außerdem gleichzeitig in Amerika und Afrika vor. — Auf Tristan d' Acunha, wo sogar die Hälfte aller einheimischen Pflanzen zu den Farnen zählt, dominiert unter den *P.* entschieden amerikanischer Charakter, trotzdem die Insel Afrika so viel näher liegt.

Die übrigen altoceanischen Teile, also westliches Kapland, Ascension, Westaustralien ermangeln in ihren meist dürftigen Polypodiaceen-Floren fast jeglichen individuellen Charakters.

Nutzen. Der Nutzen der *P.* für den menschlichen Haushalt ist im allgemeinen unbedeutend. Die stellenweise nährstoffreichen unterirdischen Teile werden ab und zu genossen (*Pteridium aquilinum*, *Nephrolepis tuberosa*), ebenso die jungen Wedel einzelner Arten als Gemüse benutzt. Auch für den Unkundigen so auffällig wie nur irgend welche Siphonogame und in ihrer Tracht doch so durchgreifend davon verschieden, spielen die Farne von jeher eine wichtige und oft geheimnisvolle Rolle im Aberglauben der Völker und in ihrer Heilkunde. Die Zahl medicinisch wirklich brauchbarer *P.* zwar ist wahrscheinlich gering — am bekanntesten als treffliches Wurmmittel *Nephrodium Filix mas* —, um so größer aber die Menge und das Ansehen der grundlos für wirksam geltenden Arten. — Mehrere Verwendungen untergeordneter Art werden im speciellen Teile Erwähnung finden. Hier sei nur noch auf die große Bedeutung hingewiesen, welche die *P.* bei uns für Gärtnerei und Pflanzenhandel gewonnen haben; manche *Pteris* und *Adiantum* zählen zu den beliebtesten Zierpflanzen überhaupt.

Verwandtschaftliche Beziehungen. In nächster Verwandtschaft mit den *P.* stehen nach allgemeiner, wohl begründeter Annahme die *Hymenophyllaceen* und namentlich die *Cyatheaceen*, welche mit den *P.* so eng verknüpft sind, dass nur das Zusammentreffen mehrerer bei den *P.* ganz ungewöhnlicher Merkmale ihre Abtrennung einigermaßen rechtfertigt. Vgl. dazu die Ausführungen S. 118.

Einteilung der Familie. Die heute zu den *P.* gestellten Farne bilden eine Pflanzenfamilie von großer Natürlichkeit, deren Glieder deutliche Wahrzeichen engster Verwandtschaft tragen, ebenso sehr in dem ausnahmslosen Besitz so vieler minutiöser Charaktere der Fructificationsorgane wie in der steten Wiederholung der Tendenzen, die den vegetativen Bauplan trotz aller Einzelmannigfaltigkeit beherrschen. Aus diesen Gründen leitet sich die Schwierigkeit und Unsicherheit her, welche noch heute die Systematik der Familie kennzeichnen.

Die erste bemerkenswerte Einteilung der ihr heutzutage zugerechneten Farne gab Linné. Er verwandte dazu Anheftung und Gestalt des Sori und unterschied demnach neun Gattungen: *Onoclea* Sporangien in besonderen Ähren; *Acrostichum* Sp. in amorphen Massen; *Polypodium* Sp. in runden Soris; *Hemionitis* Sp. in netzigen Linien; *Asplenium* Sp. auf Adern, die von der Rippe abgehen; *Blechnum* Sp. auf Adern parallel zur Rippe; *Pteris* Sp. randständig in einer Linie; *Adiantum* Sp. randständig in runden Soris; *Lonchitis* Sp. in einer Bucht des Randes. — Das geringe Material jener Zeit ließ sich ohne Schwierigkeit in dieses System einfügen, welches, wie man sieht, bereits einige noch heute anerkannte Classifications-Charaktere berücksichtigt.

Die nächsten wichtigen Fortschritte lieferte 1793 J. E. Smith (Tentamen botan. de Filic. gen. dorsifer. Turin): Einmal erkannte er die Isolierung der *Exannulatae* von den mit beringten Sporangien versehenen Farnen, zweitens benutzte er zur Charakteristik der Gattungen das Indusium, ein Prinzip, welches in kurzer Zeit das beherrschende der Farnsystematik wurde. Bereits 1806 ordnet Swartz (Synopsis filicum) seine 36 Genera (*Hymenophyllaceae*, *Cyatheaceae* und *Polypodiaceae*) nach dem Fehlen oder Vorhandensein des Indusiums in »*Nudi*« und »*Indusiati*«.

Die folgenden Jahrzehnte brachten durch die Schriften von Robert Brown, von Kaulfuss, Raddi, Sprengel, Don, Blume u. a. für die Pteridographie Verdoppelung und Verdreifachung der Artenzahl, auch trugen viele systematische Beiträge zur Klärung der Gattungsgrenzen bei. Für die Classification der Gesamtheit jedoch wurde zunächst wenig Positives geleistet.

Deutlicher indes mit jedem Jahre offenbarte sich die Künstlichkeit der bisherigen Genera und um so fühlbarer, je mehr das Material sich anhäufte. Robert Brown und gleichzeitig etwa Schott wiesen daher zuerst auf die Notwendigkeit hin, der im Habitus vorliegenden Andeutung von natürlicher Verwandtschaft durch das Studium der Venation, und dem Verhältnis des Sorus zu ihr gerecht zu werden. Ihre Ideen fanden Verwirklichung in Presl's System (Tentamen Pteridographiae seu genera Filicacearum praesertim

juxta venarum decursum et distributionem exposita, 1836). Sein Werk enthält 1500 Arten in 115 Gattungen, wozu 1849 (Epimelia botanica) noch 35 neue Genera hinzukamen. Sie gründen sich ebenso folgerichtig auf Differenzen der Aderung, wie die der früheren Autoren auf die Unterschiede äußerer Sorus- und Indusium-Merkmale.

Bald nach Presl (1840) publicierte John Smith seine erste Arbeit über die Einteilung der Farne (On Arrangement and Definitions of the Genera of Ferns). Unter dem Einfluss von R. Brown leiten ihn ähnliche Grundsätze wie Presl, aber seine an der reichen Fülle lebenden Materials in Kew geschulte Anschauung bewahrte ihn zum Teil vor der Rücksichtslosigkeit, mit der Presl's consequenter Schematismus gegen offenbare Verwandtschaften verstieß. In dieser Hinsicht zeichnen sich J. Smith's systematische Versuche auch vorteilhaft von den so gründlichen Arbeiten von Fée aus, dessen Classification (Exposition des genres de la famille des Polypodiacées) zwar treffliche Detailbeobachtungen verwertet, in der Hauptsache aber ein compliciertes Kunstwerk bleibt, an dem mehr die Feinheit der Ausführung als ungewöhnlicher systematischer Takt zu rühmen ist.

Die bei Presl, J. Smith und Fée befolgten Grundsätze führten zur Zerteilung der Familie in eine so bedeutende Zahl coordinierter Gattungen, dass die Übersichtlichkeit, die sie anstrebten, bedenklich verdunkelt wurde. Je weiter die gewissenhafte Prüfung weitschichtigen Materiales und exacte Untersuchungen der histologischen und entwickelungsgeschichtlichen Thatsachen die Kenntnis der Familie vertieften, desto empfindlicher traten die Mängel ihrer Prinzipien zutage, desto notwendiger erschien eine kritische Durchsicht ihrer Schöpfungen. Die Führer dieser Reaktion wurden W. J. Hooker und G. Mettenius.

Für die systematische Behandlung der Familie kamen ihre fundamentalen Arbeiten (Hooker Species Filicum 5 voll. 1846—1864; Hooker-Baker Synopsis Filicum 1868; Mettenius Filices Horti Lipsiensis 1856) darin überein, dass die Mehrzahl aller bisher classificatorisch benutzten Charaktere nicht als prinzipiell geschieden, sondern durch eine Stufenfolge von Übergängen mit einander verbunden zu betrachten und demgemäß zu bewerten seien. Die Frage nach den wirklich primären Unterscheidungs-Merkmalen beantworten beide Autoren von ihren verschiedenen Forschungen aus verschieden, aber befangen in den Dogmen alter Systematik harmonieren sie in der Überzeugung, die vorhandene Fülle müsse in »übergangslose« Gattungen gezwängt werden. Die Consequenzen dieser Auffassung haben sich bei W. Hooker's Fortsetzer 1892 zu dem Satze verdichtet: er möchte jetzt die *Polypodiaceae* in folgende vier Tribus teilen: »1) Indusium fehlend (z. B. *Acrostichum*, *Polypodium*). 2) Indusium nur vom modificierten Blattrande gebildet (z. B. *Adiantum*, *Pteris*). 3) Indusium vom modificierten Blattrande und außerdem einer inneren Klappe gebildet (z. B. *Dicksonia*, *Lindsaya*). 4) Indusium echt dorsal (z. B. *Aspidium*, *Asplenium*).« (J. G. Baker, A Summary of the New Ferns etc. Oxford 1892, 16).

Damit ist man 1892 ungefähr wieder an dem Punkte im Kreislaufe angelangt, wo die pteridologische Systematik vor hundert Jahren stand.

Wer manche der Riesengattungen betrachtet, zu denen Mettenius sowohl wie Hooker gelangen, der wird sich nicht verhehlen können, dass sie reine Phantome sind und von der Aufgabe der Systematik, die Verwandtschaft darzustellen, nichts ahnen lassen; ferner dass ihr einziges Fundament, die »Constanz der generischen Merkmale« in der Natur nicht existiert.

Die letzte zusammenfassende Darstellung der Pteridophyten, Christ's »Farnkräuter der Erde« schlägt den Mittelweg ein, der auch meiner Ansicht nach allein einen die heutigen Anschauungen befriedigenden Erfolg verheißt: zunächst eine Korrektur der Presl-Smith'schen Prinzipien nach den von Hooker und Mettenius festgelegten Ergebnissen. Um einigermaßen gangbar und sicher zu werden, verlangt dieser Weg noch manchen Ausbau. Bis jetzt fehlt hier so viel, dass der Darstellung Christ's sowohl wie der unten vorgelegten Bearbeitung fühlbare, aber einstweilen nicht abzustellende Mängel anhaften. Es darf nicht vergessen werden, dass seit der Publication der genannten Werke

zwar manches Treffliche zur Kritik kleinerer Abteilungen geschaffen wurde, dass aber für die Classification allgemeiner verwertbare Prinzipien nur in geringer Zahl neu aufgefunden sind. Die Ideen Kuhn's, welche *Chaetopterideŝ* und *Lophopterides* scheiden wollen, führen offenbar nicht weiter, und ebenso steht es um die meisten von Prantl's und Bower's Speculationen.

Der Entwickelungsgang der meisten Arten ist lückenlos noch nicht bekannt; das morphologische Verhältnis mancher äußerlich äquivalent erscheinender Bildungen müsste näher geprüft werden, kurz überall bleiben noch so viel Detailarbeiten von modernen Gesichtspunkten aus zu unternehmen, dass etwas Abschließendes von der Systematik der *Polypodiaceen* vorerst nicht zu erwarten ist. Bei dieser Sachlage strebt die vorliegende Behandlung des Gegenstandes mehr dahin, vorläufig den in großen Zügen sich offenbarenden Beziehungen gerecht zu werden, als den Definitionen der gewählten Kreise und Gruppen eine überall tadellose Schärfe zu verleihen.

Was von der Einteilung der ganzen Familie gesagt wurde, gilt auch für die Systematik ihrer Glieder, und eigentlich für sie erst recht. Der Einblick in das wirkliche Gefüge ist bei den meisten umfangreichen Gattungen ein recht dürftiger; und dass die bisher unternommenen Gliederungs-Versuche sich an vielen Stellen nicht über rein künstliche Constructionen erheben, ist oft ausgesprochen und findet allgemeines Zugeständnis.

Einteilung der Familie.

Sori terminal oder dorsal. Receptaculum oft mit eigenen Tracheïden. Indusium unterständig, allseits oder extrors sich öffnend, zuweilen verkümmernd. Blattrand zuweilen modificiert. Sporen bilateral. — B. ungegliedert oder gegliedert dem Rhizome angefügt . . . . . **I. Woodsieae.**

Sori terminal oder dorsal. Receptaculum meist mit eigenen Tracheïden. Indusium oberständig, allseits oder extrors sich öffnend, oft fehlend. Blattrand nicht modifiziert. Sporen bilateral. — B. ungegliedert dem Rhizome angefügt. **II. Aspidieae.**

Acrophorus unterscheidet sich von *Davallieae* durch die gleichseitig entwickelten Segmente.

Sori dorsal an der Ader, meist nahe ihrem unteren Ende. Receptaculum meist mit eigenen Tracheïden. Indusium nierenförmig, extrors sich öffnend. Sporen länglich-nierenförmig. — B. gegliedert dem Rhizome angefügt, Spreite ungeteilt. Adern eng parallel, nahe am Rande anastomosierend . . . . . **III. Oleandreae.**

Sori meist terminal, oft randständig. Receptaculum mit oder ohne eigene Tracheïden. Indusium extrors, sehr selten fehlend. Blattrand häufig umgeschlagen und modificiert, oft mit dem Indusium verwachsen. — B. gegliedert oder ungegliedert dem Rhizome angefügt, meist ein- oder mehrfach gefiedert. Segmente meist ± akroskop gefördert. **IV. Davallieae.**

Manche *Davallia* unterscheiden sich von *Polypodium* wesentlich nur durch das (zuweilen untypische) Indusium.

Sori meist seitlich an der fertilen Ader, meist länglich. Receptaculum meist ohne eigene Tracheïden. Indusium intrors (in Bezug auf die Rippe einigermaßen selbständiger Segmente), zuweilen daneben auch extrorse, selten fehlend. Blattrand zuweilen umgeschlagen. — B. ungegliedert dem Rhizome angefügt. Segmente oft akroskop gefördert. **V. Asplenieae.**

Sori terminal oder längs an der fertilen Ader, länglich bis lineal. Receptaculum stets ohne eigene Tracheïdenzweige. Indusium meist fehlend. Blattrand oft umgeschlagen die Sori überdachend, oft modificiert. Sporen meist tetraëdrisch. — B. ungegliedert dem Rhizome angefügt, sehr selten ungeteilt, meist zusammengesetzt. Spicularzellen fehlen. . . . . **VI. Pterideae.**

Sori auf den Adern ± parallel zur Mittelrippe, länglich bis lineal. Indusium untypisch, oft fehlend. — B. ungegliedert dem Rhizome angefügt, meist ungeteilt. Spreite ±

ganzrandig. Spicularzellen vorhanden. Prothallium (ob bei allen Gattungen?) unregelmäßig verzweigt, Brutknospen bildend, mit mehreren Archegoniengruppen. **VII. Vittarieae.**

Sori dorsal oder terminal an der Ader. Receptaculum ohne eigene Tracheïdenzweige. Indusium fehlend. B. gegliedert dem Rhizome angefügt. Segmente ± gleichseitig entwickelt . . . . . **VIII. Polypodieae.**

Sporangien wenigstens einen Teil der Blattunterseite völlig (auch das Parenchym) einnehmend. Indusium daher fehlend. — B. gegliedert oder ungegliedert dem Rhizome angefügt. B. oft mit dichotomer Aderung . . . . . **IX. Acrosticheae.**

I. Woodsieae.

Sori terminal oder dorsal. Receptaculum oft von eigenen Tracheïden durchzogen. Indusium unterständig, allseits oder extrors sich öffnend, zuweilen verkümmernd. Sporen bilateral. — Blattstiel ungegliedert dem Rhizome angefügt oder über der Insertion gegliedert. Blattrand zuweilen modificiert.

1. Woodsiinae.

Fertile B. und Segmente nicht oder wenig zusammengezogen.

A. Indusium allseits angewachsen, kugel- oder schüsselförmig.
  a. B. groß, dreifach-gefiedert. Indusium anfangs kugelig geschlossen.
    α. Sorus sitzend . . . . . **1. Diacalpe.**
    β. Sorus gestielt . . . . . **2. Peranema.**
  b. B. kleiner, ungeteilt bis doppelt-gefiedert. Indusium oft nur schüsselförmig.
    α. Adern frei . . . . . **3. Woodsia.**
    β. Adern reich anastomosierend . . . . . **4. Hypoderris.**

B. Indusium seitlich angewachsen, einseitig-kapuzenförmig.
  a. Sori dorsal an der Ader . . . . . **5. Cystopteris.**
  b. Sori terminal an einer Seitenader . . . . . **6. Acrophorus.**

2. Onocleinae.

Fertile B. und Segmente stark zusammengezogen.

B. gebüschelt. Fertile B. einfach-gefiedert . . . . . **7. Struthiopteris.**
B. zerstreut. Fertile B. doppelt-gefiedert . . . . . **8. Onoclea.**

I. 1. Woodsieae-Woodsiinae.

Fertile Segmente nicht oder wenig zusammengezogen.

1. Diacalpe Bl. Sori sitzend, rückenständig, meist 1 an der untersten Tertiärader des Segments. Receptaculum schmal, schwach, kaum erhöht. Indusium kugelig, häutig, anfangs geschlossen, später am Scheitel unregelmäßig zerreißend. Sporangien sehr kurz gestielt. — Rhizom aufrecht. B. gebüschelt, lang gestielt, groß, dreifach-gefiedert. Blattstiel ungegliedert dem Rhizom angefügt. Seitenadern frei, einfach oder gegabelt. (Fig. 87 *A*—*D*).

2 Arten im indomalesischen Gebiete.

Der Bau der Sporangien wie des Indusiums nähert dieses Genus etwas den Cyatheaceen.

D. aspidioides Bl. B. mit bis 0,4 m langem, aufrechtem, unten beschupptem Stiele. Spreite 0,25—0,5 m lang, an den Adern spreuhaarig, dreieckig-eiförmig, zart häutig, beim Trocknen etwas schwarz werdend. Fiedern II. länglich-keilförmig, fiederig-gelappt. Erdfarn schattiger Waldungen. Himalaya von Nepal östlich, Südindien, Ceylon, Hinterindien, Südchina, Malesien. — *D. foeniculaceum* (Hook.) Bedd. Kleiner als vorige, und B. erheblich feiner zerschnitten. Sikkim-Himalaya von 2000—3000 m. Wurde von Hooker zu *Polystichum* gestellt, gehört nach Beddome aber wegen seines Indusiums hierher.

2. Peranema Don (*Nematopera* Kze., *Podeilema* R.Br., *Sphaeropteris* Wall., Hk.Bk. non Bernh.). Sori rückenständig, meist je 1 an den unteren Seitenadern des Segments, einschließlich des Indusiums gestielt. Indusium kugelig, noch fester als bei *Diacalpe*,

anfangs den Sorus völlig umhüllend, dann der Länge nach in zwei Hälften unregelmäßig zerreißend. Receptaculum groß. Sporangien länger gestielt als bei *Diacalpe*. — Rhizom kugelig. B. dreifach-gefiedert. (Fig. 87, *E—H*).

1 Art im Osthimalaya und Südindien, vielleicht mit *Diacalpe* zu vereinigen.

Fig. 87. *A—D Diacalpe aspidioides* Bl.: *A* Fieder I. aus dem oberen Teile des B., nat. Gr.; *B* ein Paar Fiedern II., vergrößs.; *C* Sorus, Querschnitt, vergrößs.; *D* Sporangium, stärker vergrößs. — *E—H Peranema cyatheoides* Don: *E* Fieder I. aus dem oberen Teile des B., nat. Gr.; *F* ein Paar Fiedern II., vergr.; *G* Sorus, Querschnitt, vergrößs.; *H* Sporangium, stärker vergr. (*B—D, F—H* nach Bauer; *A, E* Original.)

P. cyatheoides Don. B. 1—1,8 m lang, dreifach-gefiedert, von fest-häutiger Textur. Letzte Segmente sitzend, länglich lineal, etwa 1,2 cm lang, geschweift oder gekerbt. Spindel schuppig oder behaart. Osthimalaya 1300—3000 m, Nilgiris um 1800 m.

3. **Woodsia** R.Br. (incl. *Hymenocystis* C. A. Mey., *Hymenolaena* C. A. Mey., *Perrinia* Hook., *Physematium* Kaulf., *Preslia* Opiz). Sori rückenständig, selten fast terminal, rundlich. Receptaculum wenig vortretend. Indusium kugelig bis schüsselförmig, oft

gewimpert (Fig. 88, *E, H*), zuletzt oft unregelmäßig zerreißend, zuweilen ± verkümmert. Sporen bilateral. — Meist kleine Farne. B. gebüschelt. Blattstiel ungegliedert oder oberhalb der Insertion gegliedert. Spreite einfach- bis mehrfach-gefiedert. Aderung einfach. Adern letzter Ordn. frei, meist gegabelt. Häufig Drüsenhaare. (Fig. 88, *A—F*).

Etwa 15 Arten, die näheren Studiums bedürfen. Vielleicht ist ihre Vereinigung in eine Gattung nicht natürlich. Ihre Verbreitung liegt hauptsächlich in den kalten und gemäßigten Zonen der nördlichen Hemisphäre, 1 Art kommt auch im gemäßigten Südostafrika vor, ein anderer Formenkreis erstreckt sich durch das andine Gebiet bis in das gemäßigte Südamerika.

Sect. I. *Physematium* Kaulf. (als Gatt.). Stiel nicht gegliedert angesetzt. Indusium meist anfangs geschlossen, später zerreißend.

A. Fiedern akroskop stark gefördert (Fig. 88, *A*). *W. polystichoides* Eat. B. bis 0,2 m lang, lanzettlich, einfach gefiedert, sparsam mit schmalen Spreuschuppen bestreut. Fiedern zahlreich, ganzrandig oder gekerbt. Sori klein, in 1 Reihe nahe dem Rande. Indusium kugelig, aus 4—5 concaven, gewimperten Schuppen bestehend. Schattige Wälder von China, Mandschurei und Japan. Habituell von allen folgenden sehr verschieden. (Fig. 88, *A*).

B. Fiedern akroskop kaum gefördert, ± gleichseitig. — **Ba.** Fiedern I. gelappt oder fiederspaltig. Indusium schlaff, meist ± unregelmäßig aufreißend. — **Baα.** Indusium in gewimperte Lappen zerreißend: *W. insularis* Hance, B. mit 2—4 cm langem Stiele; Spreite 3—7 cm lang, Fiedern jederseits 6—8, stumpf gelappt, beiderseits flaumig. Indusium groß, bleibend. Ostasien vom Ochotskischen Meere bis Schantung. — *W. Burgessiana* Gerr., viel größer als voriges. Fiedern tiefer eingeschnitten. Indusium in mehrere kurz gewimperte Lappen zerreißend. Transvaal und Natal. — **Baβ.** Indusium ± unregelmäßig zerreißend (Fig. 88, *B*): *W. manchuriensis* Hook., B. 0,15—0,2 m lang, zart, länglich lanzettlich, kahl. Fiedern gelappt. In jedem Lappen 1 Sorus. Ostasien von der Mandschurei, Japan, Korea bis China. — *W. fragilis* (Trevir.) Moore (*W. caucasica* (C. A. Mey.) J. Sm.) voriger ähnlich, aber drüsig-flaumig. Fiedern fast gegenständig. In jedem Lappen gegenständig 2 Sori. Indusium kugelig-sackförmig, am Scheitel in einige kurze Lappen gespalten, oft zweilippig sich öffnend. Seltene Felsenpflanze des Kaukasus. — *W. elongata* Hook., B. 0,15—0,3 m lang. Fiedern entfernt, abwechselnd. In jedem Lappen meist 1 Sorus. Himalaya 2500—4000 m, Westchina (Fig. 88, *B*). — **Bb.** Fiedern I. tief fiederspaltig oder wiederum gefiedert. Indusium ziemlich klein. Amerikanische Arten: *W. mollis* (Kze.) J. Sm. (*Physematium* Kze.) B. lanzettlich, unten weich behaart. Segmente ganzrandig bis ± eingeschnitten. Indusium zerreißend. In vielen Formen von Mexiko über die Anden nach Peru und Centralbrasilien. — *W. obtusa* Torr. (*Perrinia* Hook.). B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele, beschuppt. Spreite länglich lanzettlich, 0,15—0,25 m lang, drüsig behaart. Indusium in wenige breite Lappen zerreißend. Nordamerika von Oregon und Neuschottland südlich und längs der Anden. (Fig. 88, *C*). — *W. montevidensis* (Spr.) Hieron., voriger sehr ähnlich, Peru bis Uruguay und Argentinien. — *W. scopulina* Eat. Indusium in feine, wimperartige Fetzen zerreißend. Im übrigen voriger ähnlich. Rocky Mountains, Columbien bis Minnesota, Californien und Arizona. — *W. oregana* Eat. B. kahl. Indusium noch kleiner als bei vorigen, gewimpert, vom Sorus fast verdeckt. Westliches Nordamerika, bis Michigan nach Osten, Arizona nach Süden.

Sect. II. *Euwoodsia* R. Br. Stiel gegliedert angesetzt. B. beschuppt, nicht drüsenhaarig. Indusium klein, fast bis zum Grunde in Wimpern aufgelöst (Fig. 88, *E*), vom Sorus verdeckt. Sehr nahestehende Felsenpflanzen des nördlichen Florenreiches. — *W. ilvensis* (L.) R. Br. B. gebüschelt, mit etwa 0,1 m langem Stiele und ebenso langer lanzettlicher Spreite, überall dicht mit Spreuschuppen und Gliederhaaren bedeckt. Fiedern länglich, in längliche schwach gekerbte Segmente eingeschnitten. Nordeuropa, deutsche Mittelgebirge, Karpathen, Alpen selten, Kleinasien, Süd- und Ostsibirien, Amurländer, kühleres Amerika, Grönland. (Fig. 88, *D, E*). — *W. alpina* (Bolt.) Gray. Nur Form der vorigen. B. meist schmäler, weniger behaart, zuletzt fast kahl werdend. Verbreitung voriger ähnlich, doch auch in den Pyrenäen, und in den Alpen häufiger; nordöstl. Nordamerika. — *W. lanosa* Hook. (*Gymnogramme Andersoni* Bedd.), sehr dicht bekleidete Form, zuweilen mit völlig geschwundenem Indusium. Hoher Himalaya, 3000—4800 m. — *W. glabella* R. Br. B. zarter und kleiner als bei vorigen, habituell einer kleinen *Cystopteris* ähnlich. Spreite meist lineal-lanzettlich, zugespitzt, oft mit einzelligen Härchen besetzt, sonst ganz kahl. Spitzbergen, subarktisches Europa, Perm, Nordostasien, kaltes Nordamerika bis in die nordöstliche Union. Außerdem isoliert im Dolomitgebiete der Südost-Alpen von 1500—2000 m.

4. **Hypoderris** R. Br. Sori kugelig. Indusium schüsselförmig, dünnhäutig, gewimpert wie bei *Woodsia* (Fig. 88, *H*). Receptaculum klein, undeutlich. — B. unge-

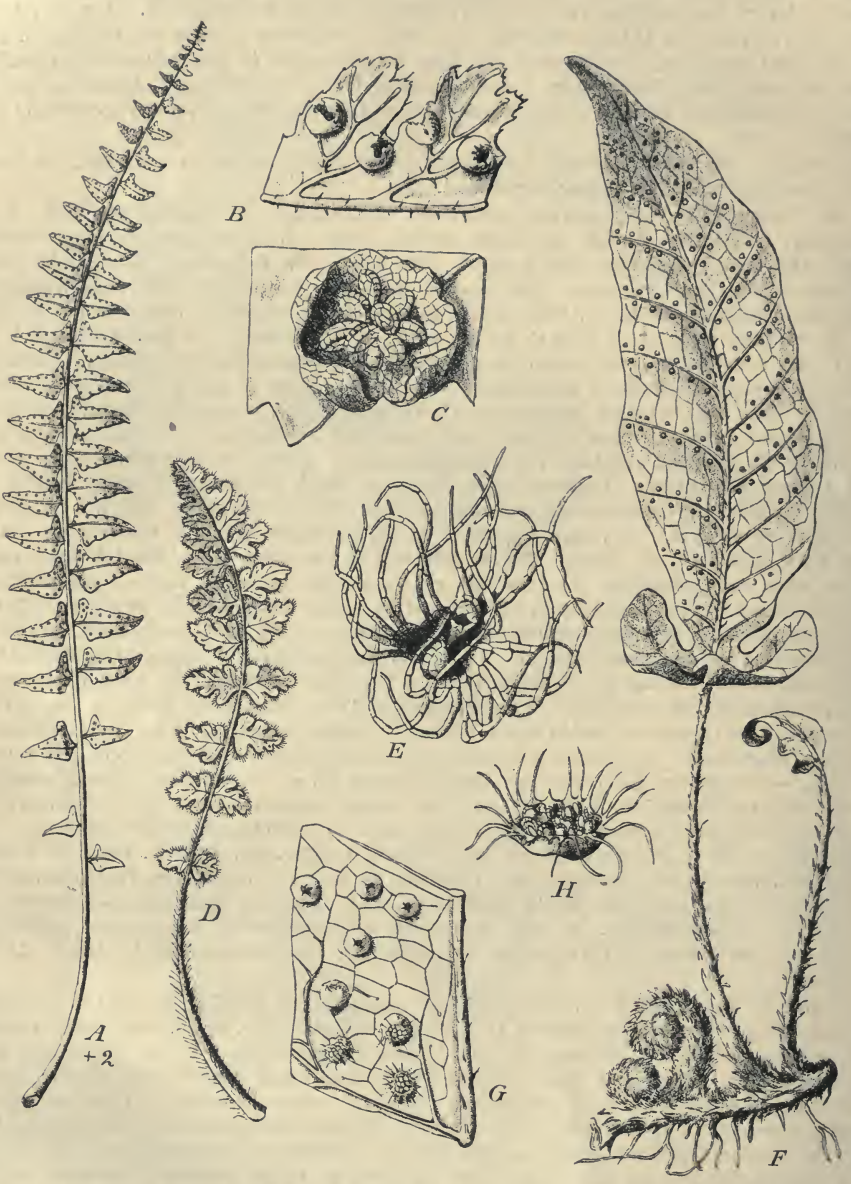


Fig. 88. *A—F Woodsia* R. Br.: *A W. polystichoides* Eat., Blatt; *B W. elongata* Hook., Teil des fertilen B. mit Soris; *C W. obtusa* Torr., Sorus; *D, E W. ilvensis* (L.) R. Br.; *D* Blatt; *E* Sorus (alle Sporangien bis auf 2 entfernt) mit Indusium. — *F—H Hypoderris Brownii* J. Sm.: *F* Habitus; *G* Teil des B. mit Aderung und Soris; *H* Sorus und Indusium von der Seite. (*B, G, H* nach Hooker; *C* nach Bauer; *D, E* nach Luerssen in Rabenhorst; *A, F* Original.)

teilt oder fiederspaltig, häutig, nach Art von *Aspidium*. Aderung nach V. Drynariae reich anastomosierend (Fig. 88, *G*).

1—2 Arten in Mittelamerika.

Sehr eigentümliche Gattung, die den Habitus mancher *Aspidium* mit dem Indusium von *Woodsia* verbindet. Ihre natürliche Stellung ist unter diesen Umständen sehr problematisch.

H. Brownii J. Sm. Rhizom kriechend. B. einzeln, mit 0,3 m langem, schuppigem Stiele und 0,4 m langer, dünnhäutiger, ungeteilter oder dreilappiger Spreite. Sori längs den Seitenadern in Winkeln der Maschen (Fig. 88, *F—H*). Feuchtschattige Felsen der Antillen von S. Domingo bis Trinidad. — *H. Seemanni* Prentice. B. kahl, fiederspaltig, mit mehreren Lappen jederseits. Nicaragua. Mir unbekannt.

5. **Cystopteris** Bernh. (*Cyclopteris* Gray, *Cystea* Sm.). Sori kugelig, meist auf dem Rücken der Ader stehend. Indusium fast kreisrund, gewölbt, häutig, mit breitem Grunde unter dem Sorus befestigt und ihn anfangs kapuzenförmig bedeckend, zuletzt

Fig. 89. *A—C Cystopteris fragilis* Bernh.: *A* Fieder I.; *B* Fertiles Segment mit Aderung und Soris; *C* Sorus und Indusium stärker vergrößert. — *D—F Acrophorus nodosus* (Bl.) Presl: *D* Fieder I.; *E* Fertiles Segment mit Aderung und Soris; *F* Sorus und Indusium stärker vergrößert. (*A* nach Luerssen; *B*, *C* nach Bauer; *D—F* Original.)

zurückgeschlagen, kahl oder drüsig behaart (Fig. 89, *C*). Sporen bilateral (Fig. 89, *A—C*). Meist kleine Farne. B. mit ungegliedertem Stiele. Spreite doppelt bis mehrfach gefiedert, von zart krautiger Textur. Adern frei, gegabelt.

Etwa 5 größtenteils sich sehr nahestehende Species, 1 von fast kosmopolitischer Verbreitung in den gemäßigten Zonen und Regionen, die übrigen vorwiegend boreal.

A. Rhizom kurz, liegend, dicht beblättert. Untere Fiedern meist kürzer als die folgenden: *C. fragilis* Bernh. B. mit 0,05—0,1 m langem Stiele und 0,1—0,2 m langer, bis 0,05 m breiter, dreifach-fiederspaltiger Spreite. Letzte Segmente stumpf- oder spitz-gezähnt. Letzte Adernäste in die Spitze der Zähne auslaufend. Blattflächen meist kahl, seltener drüsig

behaart. (Fig. 89, *A—C*). Formenreiche Species, Schatten und Feuchtigkeit liebend, fast über die ganze Erde in den gemäßigten Zonen und Regionen verbreitet: von Grönland bis Chile, Spitzbergen bis Südafrika, Kamtschatka bis Neuseeland und Kerguelen. — *C. regia* Presl, durch feiner zerteilte Spreite ausgezeichnet. Letzte Segmente mit ausgebuchteten oder eingeschnittenen Zähnen versehen. Letzte Adernäste in die Buchten der Zähne auslaufend. In typischer Form im nördlichen Skandinavien, Pyrenäen, Alpen, Karpathen, den mediterranen Gebirgen. Ähnlich reich gegliederte, aber vielleicht unabhängige Formen sind bekannt aus Schottland, Makaronesien, Südwesteuropa, den Gebirgen Afrikas, sowie aus Südamerika. — *C. bulbifera* Bernh., bedeutend größer als vorige. B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,15—0,3 m langer, bis 0,1 m breiter, oft sehr in die Länge gestreckter 2—3 fach-fiederspaltiger Spreite. In den Achseln der oberen Fiedern oft Brutknospen, welche abfallen und nach 2 Jahren fertil werdende Tochterpflanzen erzeugen. (Fig. 53, S. 74). Feuchte Felsen und Schluchten, kalkliebend. Atlantisches Nordamerika, von Canada bis Arkansas.

B. Rhizom lang, kriechend, entfernt beblättert. Untere Fiedern länger als die folgenden. B. daher dreieckig: *C. montana* (Sw.) Link. B. mit 0,15—0,25 m langem Stiele und vierfach-fiederspaltiger, zarthäutiger Spreite von etwa 0,15 m Durchmesser. Untere Fiedern I. basiskop stark gefördert. Unterste basiskope Fiedern II. länger als die oberen. Indusium kahl oder wenig behaart. Sori klein, zahlreich. Kalkliebender Schattenfarn. Gebirge Schottlands (selten), Skandinaviens, Nordrusslands, Pyrenäen, Alpen, Karpathen, Kamtschatka, nordöstliches Amerika, Rocky Mountains. — *C. sudetica* A.Br. & Milde, voriger sehr ähnlich; aber untere Fiedern I. basiskop weniger stark gefördert, unterste basiskope Fieder meist kürzer als die oberen. Indusium dicht drüsig behaart. Sori größer und minder zahlreich. Nicht kalkliebend. Ostsudeten, Karpathen, Nordrussland, Kaukasus, Ostsibirien.

6. **Acrophorus** Presl. (*Davalliae* sp. autt. Hk.Bk.). Sori terminal an Seitenadern, in der Mitte der fertilen Zähne. Indusium breit eiförmig, am Grunde angewachsen, sonst frei (Fig. 89, *F*). Stamm aufrecht. B. gebüschelt, ungegliedert dem Rhizom angefügt (Fig. 89, *D—F*).

Habituell an *Diacalpe* erinnernd; durch die gleichseitige Entwickelung der Segmente sowohl wie das Indusium von den Davallieen zu unterscheiden. Monotypisches Genus des indo-malesischen Gebietes.

A. nodosus (Bl.) Presl. (*Aspidium foliolosum* Wall., *Davallia n.* Hk.Bk.). B. mit 0,3—0,6 m langem, aufrechtem Stiele und 0,6—1,2 m langer, breit-eiförmiger, 4 fach gefiederter, krautiger Spreite. Letzte Segmente stumpf-gezähnt. Sori klein, 1—4 auf jedem Segmente zwischen Rippe und Rand. Osthimalaya (bis 2100 m) gemein, durch Hinterindien und Malesien; auf Celebes kleinere Hochgebirgsformen (var. *alpina* Christ).

I. 2. Woodsieae-Onocleinae.

Fertile Segmente sehr stark zusammengezogen.

Die Verwandtschaft dieser isolierten Subtribus mit der vorigen ist äußerst zweifelhaft.

7. **Struthiopteris** Willd. (*Onoclea* Bernh. autt. Hk.Bk., *Osmundae* sp. L., **Pterinodes* Siegesb. O. Ktze.). Sori rückenständig auf den Adern, mit hohem, cylindrischem Receptaculum. Indusium extrors, halbkugelig, sehr vergänglich. Sporen bilateral. — Rhizom kurz, aufrecht, mit unterirdisch kriechenden Ausläufern. B. gebüschelt, dimorph: Sterile B. einfach gefiedert, ihre Fiedern tief gelappt bis eingeschnitten, mit freien Seitenadern. Fertile B. viel kürzer als die sterilen, einfach gefiedert, von starrer Textur; ihre Fiedern viel schmäler, ganz seicht gelappt. (Fig. 90, *A—F*).

Eigentümliche Gattung von schönem, kraftvollem Aussehen. 2 Arten des nördlichen Florenreiches; ihr Areal schließt sich meist aus, nur in Japan kommen beide vor.

A. Untere sterile Fiedern allmählich stark verkürzt: *S. germanica* Willd. B. in schöner Krone. Sterile B. mit etwa 0,1 m langem Stiele und 1—1,7 m langer, länglicher, zugespitzter, Spreite. Fiedern jederseits 30—70, lanzettlich bis lineal. Fertile B. höchstens 0,6 m lang, starr, ihre Fiedern anfangs eingerollt, zuletzt sich entfaltend. Sori je 3—5 auf einer Aderngruppe. Feuchte Plätze, an Bächen. Über Nord- und Mitteleuropa zerstreut, doch in weiten Gebieten völlig fehlend; zuweilen sehr gesellig. Ferner Sicilien, Kleinasien, Kaukasus, Sibirien bis Kamtschatka, Amurgebiet und Japan, Atlantisches Nordamerika, südlich bis New-Jersey und Illinois. (Fig. 90, *A—F*). Sehr interessante abnorme Mittelformen zwischen sterilen

und fertilen B. kommen gelegentlich vor (vgl. Luerssen in Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland u. s. w. S. 491 f.) und wurden von Goebel auch experimentell erzielt

Fig. 90. *A—F Struthiopteris germanica* Willd.: *A* ein fertiles und ein steriles B., Habitus; *B* sterile Fieder; *C* fertile Fieder; *D* Teil der fertilen Fieder mit Aderung und Soris; *E* Querschnitt durch die fertile Fieder; *F* Sorus mit Indusium. — *G—L Onoclea sensibilis* L.: *G* Habitus; *H* sterile Fieder; *J* fertile Fieder I.; *K* fertile Fieder II.; *L* Sorus mit Indusium. (*A*, *D—F* nach Luerssen; *J—L* nach Bauer; *B*, *C*, *G*, *H* Original.)

(Berichte Deutsch. Bot. Gesellsch. V, p. LXIX). — Schöner Culturfarn, beliebt für feuchte Lagen. — **B.** Untere sterile Fiedern kaum verkürzt: *S. orientalis* Hook. Sterile B. 0,3—0,75 m lang. Fertile B. bis 0,6 m lang, länglich, stark zusammengezogen, ihre Fiedern dicker als bei voriger, glänzend dunkelbraun. Vom östlichen Himalaya durch die Gebirge des nördlichen Hinterindiens und Chinas bis Japan.

8. **Onoclea** L. (*Angiopteris* Mitch. non Hoffm., *Calypterium* Bernh., *Riedlea* Mirb., *Ragiopteris* Presl). Sori groß, kugelig, zuletzt zusammenfließend, auf cylindrischem Receptaculum. Indusium fast kugelig, von der Öffnung am Scheitel aus zerreißend, sehr vergänglich. Sporen bilateral. — Rhizom kriechend. B. zerstreut, dimorph: Sterile B. einfach gefiedert, ihre Fiedern gelappt oder eingeschnitten, meist mit V. Sageniae. Fertile B. länger gestielt als die sterilen, doppelt-gefiedert, Fiedern II. rund, gelappt, mit dem zurückgeschlagenen Rande die Sorusgruppe bedeckend. Aderung nach V. Pecopteridis (Fig. 90 *G—L*).

Vielleicht am nächsten mit vorigem Genus verwandte, doch in der Gegenwart ziemlich davon isolierte Gattung. 1 Art, ein prägnantes Beispiel für die Florengemeinschaft zwischen dem gemäßigten Ostasien und atlantischen Nordamerika.

O. sensibilis L. Rhizom kahl. B. mit 0,3 m langem Stiele. Sterile Spreite 0,3—0,5 m lang, eiförmig-dreieckig, hellgrün, krautig. Fiedern jederseits 10—12, im oberen Teile des B. breit herablaufend, die untersten nicht verkürzt. Fertile Spreite höchstens 0,2 m lang. Fiedern I. aufrecht-gerichtet. Fiedern II. perlschnurartig gereiht. Sori mehrere auf jeder Fieder II. Auch hier lassen sich oft Mittelformen zwischen sterilen und fertilen B. beobachten. Ostasien: Amurländer, Mandschurei, Japan häufig. Außerdem im ganzen atlant. Nordamerika, von Canada bis Florida in Sümpfen verbreitet, das Laub empfindlich gegen Frost.

Fossil wurde *Onoclea sensibilis* im Miocän der westlichen Territorien der Vereinigten Staaten Nordamerikas gefunden; wenigstens sind die von Hayden (1878) veröffentlichten Abbildungen Newberry's (der Aufsatz N.'s über den Gegenstand erschien 1868), welche sterile Blattstücke darstellen, nicht von solchen der recenten Species zu unterscheiden. (Potonié).

II. Aspidieae.

Sori terminal oder dorsal. Receptaculum oft von den letzten Auszweigungen des Leitsystems durchzogen. Indusium oberständig, allseits oder extrors sich öffnend, sehr oft fehlend. Sporen meist bilateral. — Blattstiel ungegliedert dem Rhizom angefügt. Blattrand selten modificiert.

1. Aspidiinae.

Indusium oberständig oder fehlend. Aderung fiederig, höchstens teilweise dichotom.

A. Fertile B. und Blattsegmente nicht oder wenig zusammengezogen. Sporangien sämtlich adernbürtig.
  a. Blattrand selten umgeschlagen.
    α. Indusium meist herz-nierenförmig, oft fehlend. B. ein- bis mehrfach-gefiedert, meist von weichkrautiger Textur . . . . . **9. Nephrodium.**
    β. Indusium länglich-nierenförmig oder länglich-schildförmig.
      I. B. ungeteilt.
        1. Sori in 4—6 Reihen. . . . . **10. Luerssenia.**
        2. Sori in 1 Reihe . . . . . **11. Fadyenia.**
      II. B. mehrfach-fiederspaltig, basiskope Hälfte der Segmente nicht reduciert **12. Mesochlaena.**
      III. B. doppelt-gefiedert, basiskope Hälfte der Segmente stark reduciert **13. Didymochlaena.**
    γ. Indusium meist schildförmig, oft fehlend. B. von weichkrautiger Textur.
      I. Seitenadern frei. Fiedern leicht abfällig . . . . . **14. Cyclopeltis.**
      II. Seitenadern reich anastomosierend.
        1. Seitenrippen I. fast ganz fiederig angeordnet . . . . . **15. Aspidium.**
        2. Seitenrippen I. dichotom sympodial angeordnet . . . . **16. Cheiropteris.**
    δ. Indusium schildförmig, zuweilen fehlend. B. von fester, oft lederiger Textur. Blattrand oft grannig-gezähnt . . . . . **17. Polystichum.**
  b. Blattrand breit umgeschlagen. Indusium (wahrscheinlich) fehlend. **18. Plecosorus.**

B. Fertile B. und Blattsegmente stark zusammengezogen. Sporangien oft auch auf das Parenchym übergreifend.
a. Indusium schildförmig . . . . . **19. Cyclodium.**
b. Indusium fehlend.
α. Sori nur auf den angeschwollenen Adern . . . . . **20. Polybotrya.**
β. Sori von fast randständigem Receptaculum auf beide Blattseiten übergreifend **21. Stenosemia.**
γ. Sori die ganze Unterseite des Blattes bedeckend . . . . . **22. Gymnopteris.**

2. Dipteridinae.

Indusium fehlend. Aderung rein dichotom . . . . . **23. Dipteris.**

II. 4. Aspidieae-Aspidiinae.

Indusium oberständig oder fehlend. Aderung fiederig.

9. **Nephrodium** Rich. pt. (*Abacopteris* Fée, *Amauropelta* Kze., *Ampelopteris* Kze., *Anisocampium* Presl, *Arsenopteris* Webb & Berth., *Arthrobotrys* Wall., ? *Camptodium* Fée, *Cyclosorus* Link, *Dichasium* A. Br., *Diclisodon* Moore pt., *Dryopteris* Amman, Adans., O. Ktze. pt., *Glaphyropteris* Presl, *Gleichenia* Neck. pt., *Goniopteris* Presl, *Gymnothalamium* Zenker, *Hemestheum* Newm., *Hypodematium* Kze., *Lastrea* Bory, *Lastreastrum* Presl, *Leptogramma* J. Sm., *Lophodium* Newm., *Megalastrum* J. Sm., *Oochlamys* Fée, ? *Pachyderis* J. Sm., *Phegopteris* Fée, *Plectochlaena* Fée, *Pleocnemia* Presl, *Pronephrium* Presl, *Pycnopteris* Moore, *Stegnogramme* Bl., *Syneuron* J. Sm., *Thelypteris* Schott. — *Gymnogrammis* sp., *Nephrodii* sp., *Polypodii* sp., *Meniscii* sp. Hk. Bk.). — Indusium meist herz- bis nierenförmig (Fig. 91, *A*), seitlich angeheftet, zuweilen verkümmert oder fehlend. — Meist größere bodenständige Farne. B. mit ungegliedertem, von mehreren Leitbündeln durchzogenem Stiele. Fiedern meist beiderseits fast gleichartig ausgebildet. Spreite ein- bis mehrfach gefiedert, von weichkrautiger Textur, häufig behaart.

Litteratur: Mettenius, Über einige Farngattungen. IV. *Phegopteris* und *Aspidium*. — Abhandl. Senckenberg. Naturforsch. Gesellsch. zu Frankfurt a. M. II, 32 ff.

Eine der größten Farngattungen, ungewöhnlich polymorphe Formenkreise enthaltend, von manchen der verwandten Genera nicht überall scharf abzugrenzen.

Die Unsicherheit der auf das Indusium begründeten Merkmale tritt nirgends schärfer hervor als hier. Vor allem leuchtet ein, dass der Mangel dieses Organs innerhalb der *Aspidiinae* keinen systematischen Wert besitzt; aus den darauf basierten unnatürlichen Gruppen der Autoren (*Phegopteris* etc.) habe ich daher die indusienlosen, sonst mit den Gattungscharakteren ausgestatteten Species anstandlos hierher versetzt.

Die Zahl der Arten (ungefähr nach der Species-Begrenzung Hooker-Bakers) kann zu etwa 250 angenommen werden. Etwa 40 davon entfallen auf die nördlich-gemäßigte Zone, 120 auf die Paläotropen, 90 auf die Neotropen.

Für die Nomenclatur der Gattung habe ich *Nephrodium* gewählt, da die Mehrzahl der Species zu diesem Genus im Sinne Hooker-Bakers gehört. Bei der vorläufigen Unsicherheit und Willkürlichkeit der systematischen Begrenzungen innerhalb der *Polypodiaceen* ist es unwissenschaftlich, die Verwirrung durch Rehabilitierung vergessener Namen zu steigern.

Sect. I. *Lastrea* Bory. Adern alle frei. Indusium zuweilen fehlend.

Übersicht der Gruppen.

B. länglich, lanzettlich oder lineal, einfach gefiedert. Fiedern I. ganzrandig oder schwach gekerbt, am Grunde akroskop geöhrt. Kleine krautige Pflanzen § I. *Reptantes.*

B. einfach gefiedert, in eine den Seitenfiedern völlig entsprechende Endfieder auslaufend. Fiedern I. ganzrandig oder höchstens bis zur Mitte eingeschnitten. Die untersten kaum kürzer als die übrigen. Kräftige Pflanzen . § II. *Podophyllae.*

B. einfach gefiedert, in ein fiederspaltiges von den Seitenfiedern verschiedenes Endstück auslaufend. Sonst wie II. . . . . § III. *Pinnatae.*

Fiedern I. über die Mitte hinaus eingeschnitten, ± unregelmäßig. Segmente gekerbt bis fiederspaltig, die untersten oft mit der Spindel ± verwachsen; oder zwischen den Fiedern fast freie Blattlappen (Flügel). Indusium oft fehlend . . . . . § IV. *Decursivae.*

Fiedern I. über die Mitte hinaus eingeschnitten. Segmente regelmäßig, ganzrandig, gekerbt oder gezähnt. Untere Fiedern I. nicht oder wenig verkürzt. Seitenadern oft einfach. Große, fast ausschließlich tropische Arten . . . . . § V. *Incisae.*

Fiedern I. über die Mitte hinaus eingeschnitten. Segmente regelmäßig, ganzrandig oder gezähnt. Untere Fiedern I. deutlich verkürzt. Seitenadern einfach. Mittelgroße Arten . . . . . § VI. *Simpliciveniae.*

Wie VI., aber Seitenadern gegabelt . . . . . § VII. *Furcatoveniae.*

B. mehrfach fiederspaltig: Segmente fiederspaltig eingeschnitten oder ihrerseits gefiedert. Rhizom aufrecht. Indusium fest, bleibend . . . . § VIII. *Spinulosae.*

Wie VIII., aber Rhizom kriechend . . . . . § IX. *Decompositae.*

B. mindestens doppelt fiederspaltig. Indusium oft klein und abfällig. Große Pflanzen § X. *Dissectae.*

§ I. **Reptantes.** B. länglich, lanzettlich oder lineal, einfach gefiedert. Fiedern ganzrandig oder schwach gekerbt, am Grunde akroskop geöhrt. Kleine, krautige Pflanzen, B. unterseits etwas behaart. Neotropische Gruppe, in enger Beziehung zu Sect. *Goniopteris* **B.**

A. Mit Indusium. — **Aa.** B. im Umriss länglich-lanzettlich: *N. semihastatum* Hook. im östlichen Peru. — **Ab.** B. im Umriss lineal, in den Achseln der oberen Fiedern oft proliferierend: *N. pusillum* (Mett.) Bak., mit behaartem Indusium. Columbien. — **B.** Ohne Indusium: *N. reptans* (Sw.) Diels (*Polypodium r.* Sw., Hk.Bk.). B. 0,1—0,2 m lang (Fig. 91 *B*). Typus einer mannigfaltigen Formenreihe, von welcher *N. cordatum* (Hook.) Diels (*Polypodium c.* Hk.Bk.) und *N. hastaefolium* (Sw.) Diels (*Polypodium h.* Hk.Bk.) Endglieder darstellen. Die Adern anastomosieren häufig in der für Section *Goniopteris* **B.** charakteristischen Weise.

§ II. **Podophyllae** (*Pycnopteris* Moore). Fiedern I. ganzrandig oder höchstens bis zur Mitte eingeschnitten. Die untersten kaum kürzer als die übrigen. Endfieder den Seitenfiedern völlig entsprechend. Indusium herznierenförmig (Fig. 91 *A*). Chinesisch-japanisches Gebiet. *N. Sieboldii* (Van Houtte) Hook. B. mit 0,3 m langem, am Grunde mit lanzettlichen Spreuschuppen besetztem Stiele und 0,4 m langer Spreite, die aus einer 5—8 cm langen Endfieder und 2—4 ähnlichen Seitenfiedern jederseits besteht. Fiedern ganzrandig oder schwach gezähnt bis gelappt. Japan. — *N. enneaphyllum* Bak., voriger sehr ähnlich, doch kleiner und jederseits meist mit 4 Seitenfiedern. Centralchina. — *N. podophyllum* Hook. Blattstiel am Grunde mit fibrillösen Spreuschuppen besetzt. Seitenfiedern zahlreicher als bei vorigen (Fig. 91 *A*, *C*). Südchina.

§ III. **Pinnatae.** Fiedern I. ganzrandig oder höchstens bis zur Mitte eingeschnitten. Die untersten kaum kürzer als die übrigen. Endstück des B. fiederspaltig, von den Seitenfiedern verschieden.

A. Altweltliche Arten.

Aa. Fiedern I. stumpf und breit gezähnt: *N. decipiens* Hook. im chinesisch-japanischen Gebiete. — **Ab.** Fiedern I. spitz eingeschnitten-gesägt. — **Abα.** Spindel kahl: *N. cuspidatum* (Mett.) Bak. B. mit 0,3 m langem Stiele und bis 1 m langer, 0,2—0,3 m breiter, kahler Spreite. Indusium vergänglich. Nordostindien: Khasia. — **Abβ.** Spindel stark spreuhaarig: *N. Dickinsii* (Franch. & Savat.) Bak. Rhizom aufrecht. B. mit 0,15 bis 0,25 m langem Stiele und 0,4—0,6 m langer Spreite. Sori klein. Indusium schwach. Japan. Sehr nahe steht *N. Faberi* Bak. in Ostchina. — **Ac.** Fiedern I. bis $^1/_3$ in stumpfe Lappen zerschnitten: *N. hirtipes* (Bl.) Hook. Blattstiel und Spindel schwarz-spreuhaarig. Spreite etwa 0,6—1 m lang, 0,2—0,4 m breit. Habituell an *N. Filix mas* erinnernd. Indusium zuweilen fehlend. Himalaya (bis 1800 m), Südchina, Hinterindien, Ceylon, Malesien, Polynesien bis Samoa.

B. Neotropische Arten.

Ba. Fiedern I. stark ungleichseitig, akroskop gefördert, gekerbt. *N. sporodicum* (Fée) Diels, ohne Indusium. — *N. longicaule* (Bak.) Diels. B. 0,2—0,4 m lang, Indusium zart. Columbien. — *N. Sancti Gabrieli* (Bak.) Diels (*Polypodium S.* Bak.) Amozonasgebiet, wo auch das etwas tiefer eingeschnittene *N. subobliquatum* (Bak.) Diels (*Polypodium s.* Bak.) wächst. — **Bb.** Fiedern weniger stark ungleichseitig, höchstens bis zur Mitte eingeschnitten. Indusium meist fehlend. — **Bbα.** Spindel kahl: *N. Wrightii* (Bak.) Diels (*Polypodium W.* Bak.) auf Cuba, sehr nahe verwandt mit *N. alleopterum* (Kze) Diels (*Polypodium a.* Kze, Hk.Bk.), welches jedoch dünneres Laub besitzt und in Columbien heimisch ist. — **Bbβ.** Spindel flaumig oder sparsam beschuppt: *N. rotundatum* (Willd.) Diels (*Polypodium flavopunctatum* Kaulf.). B. mit 0,4—0,6 m langem Stiele und mindestens 0,6—0,9 m langer Spreite, die unter-

seits mit kleinen, gelblichen Trichomen besetzt sind. Weitverbreiteter Farn, von den Antillen und Mexiko bis Peru und Südbrasilien. Eine Form mit tiefer als gewöhnlich eingeschnittenem Laube ist *N. Prionitis* (Kze.) Diels. — *N. macrotis* Hook., auffallend durch sehr hervortretende Öhrchen am Grunde der Fiedern; leitet, wie es scheint, ihrerseits zu *N. re-*

Fig. 91. *Nephrodium* Rich. I.: *A* Sorus mit Indusium von *N. podophyllum* Hook.; *B N. reptans* (Sw.) Diels, Blatt; *C N. podophyllum* Hook., Fieder I.; *D N. hexagonopterum* (Michx.) Diels, Habitus; *E, F N. patens* Desv.: *E* Fieder I.; *F* Segment II. mit Aderung und Soris; *G N. Totta* (Willd.) Diels, Segment II. mit Aderung und Soris. (Original.)

fractum Hook. (s. S. 179) über. Ostperu. — An kleinem, sehr vergänglichem Indusium, deutlichem Stiele der untersten Fiedern I. und behaarter Spindel sind *N. triste* Hook. und *N. tetragonum* Hook. zu erkennen. Bei beiden stehen die Sori auf den Adern in der Mitte zwischen Costa und Rand, bei beiden sind die untersten Segmente der Fiedern verkürzt.

Nördliche Anden, Brasilien. — **Bbγ.** Spindel mit fibrillösen Schuppen: *N. tijuccanum* (Raddi) Diels (*Polypodium t.* Raddi, Hk. Bk.), verbreitet im nördlichen Südamerika von Columbien bis in die Urwälder der Provinz Rio de Janeiro und Ostperu. — In Ostbrasilien kommt auch das nahe stehende *N. Carrii* (Bak.) Diels vor, dessen Segmentrippen unten stärker beschuppt sind, und wo die Zahl der Seitenadern geringer ist. — *N. refulgens* (Klotzsch) Diels (*Polypodium r.* Hk. Bk.), zu folgender Gruppe überleitend, reicht von Panama bis Guiana.

§ IV. **Decursivae.** Fiedern I. über die Mitte hinaus eingeschnitten, oft unregelmäßig. Segmente gekerbt bis fiederspaltig, die untersten oft der Spindel ± angewachsen. Häufig zwischen den Fiedern angegliederte, fast freie Lappen (Flügel) (Fig. 91 *D*). Sporangien mit einer spitzen Borste versehen. Indusium meist rudimentär oder fehlend.

A. Indusium deutlich, breit-nierenförmig. B. lederig (*Camptodium* Fée, *Pachyderis* J. Sm.). *N. pedatum* (Desv.) Hook. B. mit 0,1—0,15 m langem, schwarz poliertem Stiele und 0,07—0,1 m im Durchmesser haltender, breit gelappter, kahler Spreite vom Habitus eines *Aspidium*. Adern frei, dichotom gegabelt, zuweilen undeutlich anastomosierend. Sori groß, terminal. Antillen. Eigentümliche Art, vielleicht nach näherer Untersuchung von *Nephrodium* zu entfernen.

B. Indusium verkümmert oder fehlend. B. krautig.

Ba. Fiedern I. unregelmäßig. Unterste Segmente oft der Spindel ± angewachsen. Flügel stets vorhanden. — **Baα.** Blattstiel kurz: *N. decursivo-pinnatum* (Van Hall) Bak. Rhizom kurz, schief. B. oval-lanzettlich, 0,4 m lang. Sori klein. Indusium rudimentär. Im chinesisch-japanischen Gebiete verbreitet. — **Baβ.** Blattstiel lang: *N. hexagonopterum* (Michx.) Diels (*Polypodium h.* Michx., Hk. Bk.). B. 0,25—0,3 m lang, an fast ebenso langem Stiele, im Umriss höchst unregelmäßig. B. wohlriechend. (Fig. 91 *D*). Im atlantischen Nordamerika verbreitet, in trockenen, humösen Wäldern oft mit folgender zusammen wachsend. — *N. Phegopteris* (L.) Baumg. (*Polypodium Ph.* L., Hk. Bk.). Etwas kleiner als vorige, der Blattumriss weniger regellos gegliedert. Rhizom dünn, kriechend. B. mit 0,2 m langem Stiele und 0,2 m langer, 0,1 m breiter, länglich-dreieckiger Spreite, von dünn krautiger Textur. Sori klein, dicht gedrängt. Feuchtigkeit liebender Farn der nördlich gemäßigten Zone, noch im Nordwesthimalaya, in Nordamerika südlich bis Virginia; der mediterranen Region fehlend.

Bb. Fiedern I. regelmäßiger. Unterste Segmente meist frei. Flügel an der Spindel selten: *N. stenopterum* (Bak.) Diels (*Polypodium st.* Bak.). Mittelchina.

Vielleicht gehören ferner hierher als weniger entwickelte Formen 2 mit nur einfach-tief-fiederspaltigem B. versehene Arten Ostasiens, deren Sori außerdem häufig oblong und die Adern stellenweise anastomosierend werden: *N. Krameri* (Franch. & Sav.) Diels (*Polypodium* Hk. Bk.). Ganze Pflanze 0,25—0,3 m hoch, wovon etwa die Hälfte auf den Stiel entfällt. Die Spreite ist dreieckig, tief eingeschnitten, mit kurz gelappten Segmenten. Gebirge Südjapans. — *N. gymnogrammoides* (Bak. s. *Polypodio*) Diels ist doppelt höher, die Aderung einfacher, sonst voriger äußerst ähnlich. Centralchina.

§ V. **Incisae.** Fiedern I. über die Mitte hinaus eingeschnitten (Fig. 91 *E*). Segmente regelmäßig, ganzrandig oder schwach gekerbt. Untere Fiedern I. nicht oder wenig verkürzt. Seitenadern oft einfach. Große Pflanzen. Fast alle Arten auf die Tropen beschränkt.

A. Unterste Segmente der Fiedern I. gefördert, länger als die übrigen. — **Aa.** Indusium vorhanden: *N. patens* Desv. Rhizom etwas kriechend. B. über 1 m lang, fein behaart. Fiedern I. etwas gebogen, Segmente ganzrandig oder schwach gekerbt. Sori dem Rande näher als der Mittelrippe. Indusium nierenförmig, behaart, bleibend (Fig. 91 *E*, *F*). Gemeiner Farn in allen feuchten Tropen- und Subtropengebieten, mit zahlreichen Formen in Amerika von der südlichen Union bis Chile, St. Helena, Afrika, Asien von Japan bis Polynesien. — Die Unterscheidung der Art von *N. parasiticum* (namentlich durch die verbreiterte Basis der Fiedern) bereitet mitunter große Schwierigkeiten. — **Ab.** Indusium fehlend. — **Abα.** Rhizom aufrecht, kahl: *N. caudatum* (Kaulf.) Diels. (*Polypodium c.* Kaulf.). B. 1,5—2 m lang. Fiedern I. groß, die untersten gestielt. Segmente stark gezähnt. Sori der Mittelrippe näher. Neotropisch, besonders bekannt aus dem östlichen Brasilien. — In die Nähe stellt Baker das *N. biseriale* (Bak.) Diels (*Polypodium b.* Bak.), bei der die Sori paarweise auf den unteren Lappen stehen. Ostperu und Ecuador. — **Abβ.** Rhizom ± kriechend. — **AbβI.** Sori rundlich: *N. distans* (Don.) Diels (*Polypodium d.* Hk. Bk.). Segmente ganzrandig bis gezähnt. Sori groß, mittelständig. Südostasien in gebirgigen Gegenden, am östlichen Himalaya von 900—2700 m, sehr häufig in den Gebirgen Südwestindiens, Ceylons, Chinas. — **AbβII.** Sori oft länglich: *N. Totta* (Willd.) Diels (*Gymnogramme Totta* Schlecht., *Leptogramma*

J. Sm. part.). Rhizom kurz, liegend. B. mit 0,1—0,3 m langem Stiele. Spreite 0,3—0,5 m lang. Fiedern lanzettlich, fiederspaltig bis etwa zur Hälfte. Segmente stumpf, ganzrandig, beiderseits fein behaart. Sori unregelmäßig (Fig. 91 *G*). Gemein im paläotropischen Reiche, übergreifend auch auf den Azoren und im wärmeren Ostasien.

B. Unterste Segmente der Fiedern I. nicht gefördert, oft kürzer als die übrigen.

Ba. Neuweltliche Arten:

Baα. Indusium vorhanden. — **BaαI.** Untere Fiedern I. gestielt. — **BaαII.** Fiedern nur zu $^2/_3$ eingeschnitten in breite, etwas dreieckige Segmente: *N. caripense* Hook. B. fast kahl. Fast im ganzen neotropischen Gebiete, bis Uruguay. — **BaαI2.** Fiedern fast bis zum Grunde eingeschnitten in oblonge, meist stumpf sichelige Segmente: Mehrere durch ihre ± starke Indumentation ausgezeichnete Formen: z. B. *N. falciculatum* (Raddi) Desv. Spreite unterseits dicht drüsenflaumig, von Mexiko bis Südbrasilien. — *N. Ctenitis* (Kze.) Bak. und *N. vestitum* (Raddi) Bak. Spindel mit Spreuschuppen; Sori genau in der Mitte der Ader. Textur häutig. Beide Arten in Ostbrasilien. — **BaαII.** Untere Fiedern I. sitzend. Fiedern am Grunde mit einer großen Drüse versehen: *N. Leprieurii* Hook. B. bis 1,5 m hoch, lederig, unterseits fein behaart. Indusium kräftig, behaart. Guiana und Nordostperu, in Berggegenden. — *N. subfuscum* Bak. Unterscheidet sich durch zartere Textur und vergängliches Indusium. Venezuela.

Baβ. (*Glaphyropteris* Presl. pt., *Polypodii sp.* Hk.Bk.). Indusium fehlend. Fiedern häufig am Grunde mit einer großen Drüse ausgestattet: *N. rude* (Kze.) Diels. B. unterseits etwas behaart, von Mexiko bis Peru. — *N. decussatum* (L.). B. fast kahl. Fiedern I. mit ∞ sehr gleichmäßigen, dicht genäherten Segmenten. Von den Antillen bis Ostbrasilien häufiger Farn. — Es schließen sich hieran mehrere weniger bekannte Formen an; namentlich aus Spruce's ostperuanischen Sammlungen wurden von Baker mehrere Arten beschrieben. — *N. pteroideum* (Klotzsch) Diels mit entwickelterer Blattgliederung: die unteren Fiedern I. tragen teilweise freie Segmente. In den Anden und Brasilien.

Bb. Altweltliche Arten:

Bbα. Segmente der Fiedern I. fast rechtwinkelig zur Mittelrippe gerichtet. Sori der Mittelrippe viel näher als dem Rande, selten in der Mitte dazwischen. — **BbαI.** Segmente vorn breit abgerundet, durch schmale Buchten getrennt. — **BbαI1.** Ohne Indusium. — **BbαI1*.** Sori rundlich. Spindel ± behaart: *N. auriculatum* (Wall.) Diels (*Polypodium a* Wall., Hk.Bk., incl. *Polypodium appendiculatum* Wall.). Nahestehende Formen Hinterindiens und des östlichen Himalaya, ansehnliche Waldfarne, zwischen 1500 und 2500 m stellenweise gemein. — **BbαI1**.** Sori länglich. Spindel kahl: *N. obtusatum* (Spreng.) Bedd. (*Gymnogramme opaca* Bl., Hk.Bk.). B. mit 0,5 m langem Stiele. Spreite oft 1 m lang, bis 0,5 m breit. Unterste Fiedern gestielt, bis 0,3 m lang, 0,15 m breit, krautig, kahl. Vom östlichen Himalaya nach Malesien. — *N. decurrenti-alatum* (Hook.) Diels (*Gymnogramme d.* Hk.Bk.). Meist nur halb so groß als vorige; Spreite ähnlich, dreieckig, krautig, dunkelgrün. Südjapan. — **BbαI2.** Mit kleinem Indusium: *N. crassifolium* Hook. (*Lastrea nephrodioides* Bedd.). Von **BbαI1*** durch glänzende, lederige B. unterschieden. Hinterindien und Malesien. — *N. echinatum* (Mett.) Bak., ausgezeichnet durch reiche Spreuschuppen-Bekleidung an Spindel und Rippen. Sori oft zusammenfließend. Borneo, Celebes. — **BbαII.** Segmente vorn zugespitzt, etwas sichelig, durch etwas breitere Buchten getrennt. Indusium fehlend: *N. erubescens* (Wall.) Diels (*Polypodium e.* Wall.). Vom Himalaya (von Kaschmir östlich) bei 900—2000 m, durch Hinterindien und Malesien verbreitet. Derselbe Typus scheint den Gebirgen entlang weit nach Osten bis nach China hinein zu reichen: wesentlich nur durch etwas längere Segmente und relativ tiefere Buchten dazwischen unterscheiden sich *N. braineoides* (Bak.) Diels (*Polypodium b.* Bak.) und *N. omeiense* (Bak.) Diels (*Polypodium o.* Bak.), beide entdeckt am Omi in Westchina. — Eine etwas abweichende Form, gekennzeichnet durch langlineale, nach unten verschmälerte Fiedern I. mit fast randständigen Soris ist *N. attenuatum* (J. Sm.), habituell an *Mesochlaena polycarpa* (Bl.) erinnernd. Celebes, Philippinen.

Bbβ. Segmente der Fiedern I. meist spitzwinkelig (gegen 45°) zur Mittelrippe gerichtet, durch ziemlich breite Buchten getrennt. Sori in der Mitte zwischen Rippe und Rand, meist dem Rande viel näher. — **BbβI.** Das hinterste akroskope Segment der Fiedern gefördert, länger als die übrigen: *N. calcaratum* (Bl.) Hook. Rhizom kurz, aufrecht. B. behaart, an 0,2 m langem Stiele, 0,4 m lang. Fiedern in schmale Segmente geteilt. Indusium meist bleibend, nierenförmig, oft behaart. Malesisches Gebiet vom Osthimalaya und Südchina südwärts. — **BbβII.** Das unterste akroskope Segment wenig oder nicht bevorzugt. Formenreicher, paläotropischer Typus von Westafrika bis Neucaledonien. — Als Typus kann gelten *N. immersum*

Hook. mit 1,5—2 m hohen B., deren Fiedern zahlreiche, etwas entfernte, zuweilen gekerbte Segmente tragen. Sori ganz nahe dem Rande, eingesenkt und daher an der Oberseite bemerkbar. Involucrum schildförmig. Hinterindien und Malesien bis Neucaledonien. In Afrika finden sich verwandt *N. cirrhosum* (Schum. & Thonn.) Bak. und *N. Spekei* Bak., in Neucaledonien das behaarte *N. obliquatum* (Mett.) Bak.

§ VI. **Simpliciveniae.** Fiedern I. meist über die Mitte hinaus eingeschnitten. Seitenadern einfach. Untere Fiedern I. deutlich verkürzt. Segmente regelmäßig, ganzrandig oder gezähnt. — Meist mittelgroße Pflanzen.

A. Fiedern wenig über die Mitte bis höchstens zu $^2/_3$ ihrer Breite eingeschnitten. Neotropische Arten. — **Aa.** Textur der B. krautig: *N. diplazioides* (Moritz) Hook., Blattstiel und Rachis dicht braun-spreuschuppig. Columbien. — *N. pachyrachis* Hook., kahler als vorige, die Fiedern tiefer eingeschnitten, das Indusium deutlicher. Venezuela. — **Ab.** Textur des B. lederig: *N. lonchodes* Hook. auf Cuba. — *N. deltoideum* (Sw.) Desv., vorigem ähnlich, aber ausgezeichnet durch die ganz plötzliche, starke Verkürzung der untersten Fiedern. Westindien.

B. Fiedern über $^2/_3$ ihrer Breite hinaus eingeschnitten. — **Ba.** Sori in der Mitte zwischen Rand und Rippe. — **Baα.** Indusium groß, deutlich: *N. Sprucei* Bak. in Ecuador. — **Baβ.** Indusium klein und vergänglich oder fehlend: *N. Kaulfussii* Hook., Rachis und B. unterseits fein behaart. Im ganzen neotropischen Gebiete. — *N. palustre* (Mett.) Bak. Rachis und B. unterseits kahl. Sori groß. Brasilien. Habituell dem *N. montanum* (Vogl.) Bak. sehr ähnlich. — Anhangsweise ist zu nennen *N. Bergianum* (Schlecht.) Bak. aus dem östlichen Südafrika, vielleicht eine aberrante Form von *N. patens*. — **Baγ.** Indusium fehlend. — **BaγI.** Rhizom kriechend: *N. caespitosum* (Fourn.) Diels. Mexiko. — **BaγII.** Rhizom aufrecht: *N. deflexum* Bak. Columbien. — **Bb.** Sori dicht dem Rande genähert. Sehr formenreiche, weitverbreitete Gruppe, deren Gliederung näherer Untersuchungen bedarf. — **Bbα.** Rhizom weitkriechend: *N. novaeboracense* (L.) Bak., habituell dem *N. Thelypteris* ganz ähnlich, in humösen Wäldern und Sümpfen des atlantischen Nordamerikas, von Neufundland bis Arkansas und Nordcarolina. — *N. simulatum* (Davenp.) Diels, voriger ähnlich, doch die unteren Fiedern nicht so stark verkürzt. Waldsümpfe des atlantischen Nordamerika. — *N. Beddomei* Bak., sehr zierlicher Farn, von voriger unterschieden durch festere Consistenz und kleinere Statur. Sümpfe in Ceylon, Südindien, Westchina, Philippinen, öfters cultiviert. — *N. concinnum* (Willd.) Bak. Mexiko bis Chile, steht den folgenden Arten nahe, von denen es sich durch sein Rhizom unterscheidet. — Zu **Bbα.** noch mehrere Verwandte in den Tropen und Subtropen Amerikas. — **Bbβ.** Rhizom aufrecht. — **BbβI.** Sori rundlich. *N. sanctum* (L.) Bak. B. mit 0,1 m langem Stiele und 0,2—0,3 m langer, lanzettlicher, unterseits zerstreut-drüsiger Spreite. Antillen, Guatemala (Fig. 92 *A*, *B*). Zarter Farn. Das Indusium ist sehr klein und vergänglich, oft wahrscheinlich völlig abortiert, so dass manche Formen unter *Phegopteris*, bezw. *Polypodium* beschrieben wurden. — *N. oppositum* (Sw.) Diels non Hook. (*N. conterminum* Willd., Hk.Bk.; *Oochlamys* Fée). B. mit 0,2 m langem Stiele, 0,4 bis 0,5 m langer, 0,15 m breiter Spreite. Fiedern sitzend, paarig, ihre unteren Segmente verlängert. Von den Antillen bis Chile. Repräsentant eines habituell sehr mannigfachen, neotropischen Formenkreises, aus dem viele Arten beschrieben sind; manchen fehlt das Indusium. Große Formen sind z. B. *N. Sprengelii* (Kaulf.) Hook., sehr zart, in Centralamerika und auf den Antillen, *N. resinofoetidum* Hook., mit starr lederigen, etwas lackierten B., auf den höheren Anden; u. a. — *N. tomentosum* Desv. B. an Spindel und Unterseite reichlich behaart, Tristan d'Acunha, Maskarenen. — *N. prolixum* (Willd.) Bak. B. oft gegen meterlang, von fester Textur, unterseits oft behaart. Maskarenen, Vorderindien. — Verwandt sind *N. Harveyi* (Mett.) Bak. von Fiji und Samoa; *N. globuliferum* Hook., unterseits dicht drüsig, heimisch auf den Sandwichinseln. — **BbβII.** Sori länglich. Indusium fehlend (*Gymnogrammis* sp. autt., Hk.Bk.): *N. asplenioides* (Kaulf.) Diels non Bak. B. mit 5—15 cm langem Stiele und 0,15—0,3 m langer, fein behaarter Spreite. Seitenadern jederseits 2—3. Neotropen, weit verbreitet. — *N. Linkianum* (Kze.) Diels (*Gymnogramme diplazioides* Desv., Hk.Bk.), von voriger durch die größere Anzahl der Seitenadern (8—12) unterschieden, außerdem kleiner und die Fiedern weniger tief gelappt. Verbreitung ebenso, von den Antillen bis Südbrasilien.

§ VII. **Furcatoveniae.** Fiedern I. über die Mitte hinaus eingeschnitten. Seitenadern gegabelt.

A. Rhizom kriechend: *N. Thelypteris* Sw. (*Thelypteris* Schott). Rhizom schwarz, ziemlich dünn. B. lang, gestielt. Spreite zart, 0,15—1 m lang. Unterste Fiedern kaum ver-

kürzt. Sterile und fertile B. etwas dimorph; fertile Segmente zuletzt am Rande stark umgerollt. Geselliger Sumpf-Farn, fast im gesamten borealen Florenreiche, im Mittelmeergebiete seltener, noch in den Nilgiris. Meidet in den Gebirgen stets die höheren Lagen und steigt in Mitteleuropa nicht über 900 m, im Himalaya nur bis 1800 m empor. — Stärker spreuschuppige Formen sind bekannt aus Ost- und Südafrika, sowie von Neuseeland.

B. Rhizom aufrecht. — **Ba.** Sori oft terminal an einem Nebenaste der Seitenadern (nach Art von *Aspidium*): *N. sagenioides* (Mett.) Bak. B. 0,5 m lang, etwa halb so breit. Indusium klein, gewimpert. Hinterindien, Malesien. — Eine indusienlose Form, *N. obscurum* (Hook.) Diels (*Polypodium o.* Hk. Bk.), ist auf den Philippinen gefunden. — **Bb.** Sori dorsal auf einer Seitenader. — **Bbα.** Indusium klein, hinfällig. — **BbαI.** Unterste Fiedern kaum verkürzt: *N. syrmaticum* (Willd.) Bak. Fiedern I. kurz gestielt. Stattlicher Farn in Indien und Malesien, östlich bis zu den Philippinen. — **BbαII.** Unterste Fiedern allmählich zu kurzen Lappen verkürzt: *N. montanum* (Vogl.) Bak. (*Hemestheum* Newm.). B. mit kurzem Stiele, unterseits mit gelben Drüsen und feinen Härchen besetzt. Segmente meist ganzrandig. Sori nahe dem Rande. Madeira, Europa (mit Ausschluss der immergrünen Region der Mittelmeerländer), Nordost-Kleinasien, angeblich auch in Japan. — **Bbβ.** Indusium ansehnlich, fest, oft bleibend. — **BbβI.** Sori auf die vordersten Seitenadern beschränkt: *N. apiciflorum* Hook., Himalaya, bis 2700 m aufsteigend. — *N. lacerum* (Thunb.) Bak. Segmente fast ganzrandig, zum Teil geöhrt. Fertile Fiedern etwas zusammengezogen. Centralchina, Japan. — **BbβII.** Sori an allen Seitenadern. — **BbβII1.** Sori dem Rande genähert: *N. marginale* Michx. Blattstiel am Grunde mit großen Schuppen besetzt. Felsige Wälder des atlantischen Nordamerika von Canada südlich bis Alabama. Zwischen ihm und *N. cristatum* ein Bastard beobachtet. — **BbβII2.** Sori vom Rande entfernt. — * B. länglich-elliptisch: *N. Filix mas* Rich. (*Arthrobotrys* Wall., *Dryopteris* Schott.). B. trichterig gestellt, 0,3 bis über 1,5 m lang. Stiel 0,06—0,5 m lang. Spreite oben kahl, unten fein behaart und blasser gefärbt. Indusium groß, gewölbt. Außerordentlich vielgestaltiger Farn, sehr verbreitet und häufig in allen borealen Ländern mit Ausnahme des eigentlichen atlantischen Nordamerika, dann im Mittelmeergebiete, Himalaya, Java, Mexiko, Anden bis Peru, in Brasilien und Argentina, auf den Sandwichinseln. In den Alpen bis 2500 m, im Himalaya gegen 5000 m hoch ansteigend. Das Rhizom, officinell als Radix filicis maris, steht als eines der sichersten Mittel gegen parasitische Würmer in hohem Ansehen; schon Dioskorides kannte die Pflanze als πτερίς. Sie verdankt ihre Wirksamkeit einem fetten Öle, das neben vielen anderen Produkten im Rhizome vorkommt. In Sibirien ersetzen die B. zuweilen dem Bierbrauer den Hopfen. — In etwas abweichender, durch stark zusammengezogene fertile Abschnitte ausgezeichneter Form (*N. cochleatum* Don.) auch in vielen Gegenden Afrikas bis zum Kap. — *N. Brunonianum* Hook. nahe verwandt, doch durch dichtes Indument von großen, bräunlichen Schuppen gekennzeichnet, im Himalaya bis 5300 m aufsteigend. Ebendort das ähnliche *N. barbigerum* Hook. (angeblich = *N. Falconeri* Hook.), das zwischen 3700 und 5000 m heimisch ist. — ** B. eiförmig. Fiedern I. länglich-lanzettlich; ihre Segmente ebenfalls länglich, gesägt oder eingeschnitten-gesägt: *N. Goldieanum* Hook., in humösen Wäldern des atlantischen Nordamerika, von Canada bis Tennesee-Nordcarolina, ersetzt dort *N. Filix mas* und könnte als Form davon betrachtet werden. — *N. erythrosorum* Hook., kenntlich an dem anfangs feuerroten Indusium, in China, Japan und den Gebirgen der Philippinen. — *N. viridescens* Bak. (Japan), letzter sehr nahe verwandt. — *N. prolificum* (Maxim.) Diels, eine monströse Form davon, befindet sich in Kultur.

§ VIII. **Spinulosae.** Rhizom aufrecht. B. mäßig groß, meist dreifach- bis vierfach-fiederspaltig: Fiedern II. meist fiederspaltig eingeschnitten oder gefiedert. Indusium fest, bleibend.

A. B. länglich oder länglich-dreieckig.

Aa. B. gleichgestaltet. — **Aaα.** B. etwas starr, fast lederig: *N. fragrans* Rich. B. gedrängt beisammenstehend. Stiel kurz, dicht beschuppt, Spreite lederig und ebenfalls an Rippe und Hauptadern mit braunen Schuppen besetzt. Fiedern II. gezähnt bis fiederspaltig. Indusium sehr groß. Kleiner, subarktischer Felsenfarn. Nordasien bis Japan, nördliches Nordamerika (noch in den nördlichsten Unionstaaten), Grönland. In Asien als Antiscorbuticum und Theesurrogat benutzt. — **Aaβ.** B. häutig. — **AaβI.** Sori nicht randständig-vorgewölbt. *N. rigidum* Desv. Ganze Pflanze ausgezeichnet namentlich durch die dichtere Schuppenbekleidung und die Behaarung der Blattunterseite mit gelblichen Drüsentrichomen, Verbreitung eigentümlich: Nordengland, Norwegen?, Mediterrangebiet bis Afghanistan, in den Alpen fast nur auf Kalk, 1000—2200 m., in z. T. disjunctem Areale. — *N. pallidum* (Link.) Bory, Form der vorigen, heimisch in Südeuropa. — *N. argutum* Kaulf., von Hooker

ebenfalls mit *N. rigidum* vereinigt, kann wohl kaum damit in unmittelbaren genetischen Zusammenhang gebracht werden. Habituell erinnert es stark an *N. Goldieanum* und kommt vor von Oregon bis zum nordwestlichen Mexiko. — *N. spinulosum* Desv. Fiedern beiderseits 15—25, zugespitzt, die unteren ungleichseitig eiförmig bis eilanzettlich. Fiedern II. etwas entfernt, an den untersten Fiedern jederseits 10—15. Sehr weit verbreitet in Nord- und Mitteleuropa, stellenweise im Mittelmeergebiete bis zum Nordwesthimalaya, Nordasien, Nordamerika, Grönland (Fig. 92 *C, D*). Sehr polymorphe Art, von deren Formen am Umriss des B. leicht zu unterscheiden sind: *N. euspinulosum* (Aschers.) und *N. dilatatum* Desv., letztere auch durch feine Drüsenbehaarung und mehrere andere kleine Differenzen ausgezeichnet. In Europa und Nordamerika sind Bastarde zwisch *N. spinulosum* und *cristatum* einerseits, *N. Filix mas* andererseits zur Beobachtung gelangt, die in Gesellschaft der Eltern auftreten, deren Unterscheidung von nichthybriden Varietäten der Stammarten jedoch bedeutende Schwierigkeiten bereitet. — *N. inaequale* Hook., sehr nahe stehend und die specifischen Eigenschaften weiterer Prüfung bedürftig. Afrika, Comoren, Mauritius. — *N. aemulum* (Soland.) Sw., mit einfarbig braunen Schuppen, concaven Fiedern II., sieht sonst *N. spinulosum* var. *dilatatum* Desv. sehr ähnlich. Atlantischer Farn: Madeira, Azoren, Westeuropa. Die B. riechen getrocknet nach Cumarin.

An *N. spinulosum* schließen sich noch die folgenden Arten an, deren tief-fiederspaltige Fiedern II. akroskop geförderte Segmente besitzen: *N. sphaerocarpum* Hook. Kleine Form mit lanzettlichen Schuppen. Fiedern II. mit je 1 Sorus am Grunde. Mexiko. — *N. patulum* Bak. B. an 0,4 m langem Stiele und 0,3—0,6 m langer, eilanzettlicher Spreite. Segmente stumpf, fast spatelförmig. Textur schlaffhäutig. Neotropisch, von Mexiko und Antillen bis Brasilien. — *N. sparsum* Don, voriger sehr ähnlich, etwas fester in der Consistenz und mit meist größerem Indusium. Vertreter eines sehr polymorphen Formenkreises des warmen Asien, von Mauritius bis China und Malesien; sehr gemein, namentlich am Himalaya von 600—4000 m. Einige der hergehörigen Formen zeigen bei typischer Ausprägung ein charakteristisches Aussehen, wie z. B. *N. undulatum* (Thwait.) Bak. (Ceylon), wo die Fiedern I. mit zickzackförmig verlaufender Spindel versehen sind; oder das sehr erheblich gegliederte *N. pulvinuliferum* (Bedd.) Diels von Sikkim. Auch das ungenügend bekannte *N. angustifrons* (Moore) Diels aus Nepal wäre diesem Kreise vielleicht am natürlichsten einzureihen. — **Aaβ II.** Sori randständig-vorgewölbt: *N. deparioides* Hook. (*Diclisodon* Moore). B. mit 0,3 m langem Stiele und 0,5—0,6 m langer, länglich-lanzettlicher Spreite, krautig, kahl; Sori auf vortretendem Läppchen des Blattrandes, welches vom Indusium oft völlig bedeckt wird. Ceylon, Südindien.

Ab. B. dimorph.

N. cristatum Mich. Fertile B. fester und etwas länger als die sterilen, die oberen fructificierenden Fiedern rechtwinkelig gegen die Blattebene gedreht. Untere Fiedern I. herzförmig-dreieckig, gestielt. Indusium drüsenlos. Nasse Wälder, Sümpfe Nord- und Mitteleuropas, nördlich bis etwa zum Polarkreis, südlich zu den Alpen; Kaukasus, Westsibirien, atlantisches Nordamerika. — Hier schließt sich im Süden an: *N. floridanum* Hook., mit stärker dimorphen B., deren Fiedern I. oft sehr entfernt stehen. Louisiana bis Florida.

B. B. ausgeprägt dreieckig.

Ba. Fiedern II. ganz oder gelappt. Blattstiel und Spindel mit schwarzbraunen, länglichen Schüppchen versehen. — **Baα.** B. unterseits drüsig behaart: *N. hirtum* (Klotzsch) Hook. Kleiner Farn Westindiens, habituell an *Cystopteris* erinnernd. Kleine Formen davon sind wahrscheinlich die als *Polypodium crystallinum* Kze. und *Cystopteris rufescens* Fée beschriebenen Pflanzen. — **Baβ.** B. unterseits kahl: *N. squamisetum* Hook. und *N. Buchanani* Bak., zwei nahestehende Formen Afrikas.

Bb. Fiedern II. ± tief-fiederspaltig.

Bbα. Fiedern II. mit breiter Basis angewachsen. — **BbαI.** B. dünnkrautig: *N. edentulum* (Kze.) Bak. auf Java. — **BbαII.** B. fast lederig: *N. ascensionis* Hook. B. rasig, Stiele dicht mit schwarzbraunen, linealen Schuppen besetzt. Ascension. 2 verwandte Arten (*N. Napoleonis* Bory und *N. cognatum* Hook.) auf St. Helena. — **Bbβ.** Fiedern II. am Grunde zusammengezogen. — **BbβI.** Blattstiel mit schwarzbraunen Schuppen dicht besetzt: *N. subtripinnatum* (Miq.) Diels (*N. chinense* Bak.). Stamm niederliegend. B. mit schlankem Stiele und wenigen Fiedern I., deren unterste die bei weitem größten. China, Japan. — *N. gymnophyllum* Bak., aus China, steht ihm nahe. — **BbβII.** Blattstiel besonders am Grunde mit hellfarbigen Schuppen besetzt. Formenreiche Gruppe der Sandwichinseln. — **1.** Mit Indusium: *N. glabrum* (Brack.) Bak., *N. rubiginosum* (Brack.) Hook., *N. squamigerum* Hook. et Arn., letztere besonders reich mit Schuppen bekleidet. — *N. tenuifolium* (Brack.) Hook. (Fiji). — **2.** Ohne Indusium: *N. unidentatum* (Hook. & Arn.) Diels (*Polypodium u.* Hk. Bk.). Schöner,

baumartig auftretender Farn der Sandwich-Inseln, wo er bis 1200 m sehr allgemein anzutreffen und den Eingeborenen als »Akole« bekannt ist. — Es gruppieren sich um ihn eine größere Reihe minder häufiger Formen; Hillebrand, welcher mehrere davon als selbständige Species ansieht, giebt davon eine detaillierte Schilderung (Flora Hawaiian Isl. p. 560 ff.).

Bc. Fiedern II. gefiedert. Fiedern III. fiederspaltig. — **Bcα.** Untere Fiedern I. elliptisch: *N. Bojeri* Bak. Maskarenen. — *N. flaccidum* Hook., von mehreren Autoren für eine reduzierte Form des *N. setigerum* (Bl.) Bak. gehalten; Himalaya (bis 1800 m), Südindien, Ceylon, Java. — **Bcβ.** Untere Fiedern I. dreieckig: *N. crenatum* (Forsk.) Bak. (*N. odoratum* Hk. Bk.). Blattstiel lang, am Grunde mit einem dichten Knäuel glänzend rotbrauner, linealer Schuppen besetzt. Spreite dreieckig. Fiedern I. ebenso, die basikopen Fiedern II. größer als die akroskopen. Unterseite ± flaumig behaart. Kapverdische Inseln, Abessinien, Maskarenen, Indien, Südchina, Philippinen; steigt im westlichen Himalaya bis zu 2200 m auf.

§ IX. **Decompositae** (*Polystichopsis* J. Sm. pt.). Rhizom weitkriechend. B. dreieckig, wenigstens unten doppelt gefiedert. Unterste Fiedern I. bei weitem am größten. Die basiskopen Fiedern II. viel länger als die akroskopen und meist reicher gegliedert. An den Segmenten dagegen die akroskope Hälfte größer als die andere. Blattstiel nicht oder sparsam beschuppt, Spindel oft zottig behaart.

A. B. mäßig gefiedert, oft deutlich dreiteilig gebaut. Indusium fehlend. — Vielleicht am nächsten mit § IV. *Decursivae* verwandt.

Aa. B. gleichschenkelig-dreieckig. — **Aaα.** Sori dem Rande genähert: *N. Dryopteris* (L.) Mich. Rhizom dünn, glänzend-schwarz. B. 0,08—0,5 m lang, etwas starr; der Stiel 2—3mal so lang als die kahle, hellgrüne Spitze. Fiedern I. gegenständig. Fiedern II. des untersten Paares fiederspaltig, die des oberen nur gekerbt. Letzte Segmente ganzrandig oder gekerbt. Verbreitet über die ganze nördlich gemäßigte Zone, besonders in den unteren Lagen der Gebirge in schattigen Wäldern; der eigentlich mediterranen Zone fehlend; das Gesamtareal auffallend ähnlich dem von *N. Phegopteris* (L.) Baumg. — *N. Robertianum* (Hoffm.) Prantl, kalkholde Unterart der vorigen und besonders in den südlichen Teilen des Areales nicht selten. — **Aaβ.** Sori mittelständig: *N. rufescens* (Bl.) Diels. Rhizom dünn, kriechend. B. größer als bei vorigen, flaumig behaart, die Ungleichseitigkeit der Blattabschnitte stärker als dort ausgebildet. Fiedern häufig lang-zugespitzt. Bergland Inner-Ceylons, Malesiens, ostwärts bis Queensland und Neucaledonien. Nach Baker wäre auch *N. Barterianum* Hook. von Fernando Po damit identisch.

Ab. B. schmal-dreieckig: *N. glanduliferum* (Liebm.) Diels. Ziemlich kleiner Farn, mit fein zerteiltem, drüsigem Laube. Südmexiko: Oaxaka.

B. Indusium vorhanden. — **Ba.** Sori median oder ± der Rippe genähert: *N. pubescens* Desv. Blassgrün. Segmente zugespitzt. Antillen. — *N. protensum* (Afzel.) Bak. Dunkelgrün. Segmente stumpf-abgerundet. Variable Art im tropischen Amerika, sowie in Westafrika. — *N. securidiforme* (Mett.) Bak. Fiedern größer und oft weniger gegliedert. Tropisches Westafrika. — *N. Vogelii* Hook., bleibt erheblich kleiner, ebenfalls im westafrikanischen Waldgebiete. — *N. funestum* (Kze.) Bak., demselben Formenverbande zuzurechnen. — *N. Parishii* Hook. B. häutig. Sori meist am Ende kurzer Nebenadern. Schattige Kalkfelsen Birmas.

Ein verwandter, sehr polymorpher Kreis zeigt sich im melanesischen Gebiete und dessen Nachbarschaft: Der Typus ist *N. decompositum* R. Br. (Fig. 92 *J*) in Ostaustralien, Norfolk, Neuseeland, Fiji und Tahiti, von dessen zahlreichen Abwandlungen mehrere specifisch getrennt werden: B. fast kahl, fester, mit fast stachelspitzigen Zähnen (*N. glabellum* A. Cunn.); B. beiderseits dicht mit weichem Flaume bedeckt (*N. velutinum* Hook. f.), B. beiderseits mit weichen, abstehenden Haaren bekleidet (*N. subsericeum* Bak., auf Neucaledonien). — Baker stellt auch *N. Vieillardii* (Mett.) Bak. in diese Verwandtschaft; doch weicht sie durch minder entwickelte Gliederung des B. und die ganze Tracht erheblich ab und entbehrt wahrscheinlich näherer Beziehungen zu den vorigen. — **Bb.** Sori randständig: *N. recedens* (J. Sm.) Hook., vom Habitus der vorigen Gruppe. Südindien, Ceylon 750—1500 m, Philippinen.

§ X. **Dissectae.** B. meist groß, oft mehr als 0,6 m lang, 0,3 m breit, mindestens doppelt-fiederspaltig. Indusium oft klein und abfällig.

A. B. fast einfach gefiedert. Fiedern I. tief fiederspaltig; nur die basiskope Hälfte der untersten Fiedern I. oft gefiedert und ihre Fiedern II. fiederspaltig: *N. dissectum* (Forst.) Desv. Sori zahlreich, meist dem Rande genähert. Habituell dem *Aspidium cicutarium* sehr ähnlich und auf seine Beziehungen dazu zu prüfen, doch die Adern fast immer frei. Es

kommen Formen mit Indusium und solche ohne Indusium vor. Weit verbreitet in den Paläotropen von Madagaskar bis Samoa (Fig. 92 *E*, *F*). Die Verwandtschaft dieser Art ist zweifelhaft.

Fig. 92. *Nephrodium* Rich. II.: *A*, *B N. sanctum* (L.) Bak.: *A* Fieder I.; *B* Segment II. mit Aderung und Soris; *C*, *D N. spinulosum* Desv.: *C* Fieder I.; *D* Segment II. mit Aderung und Soris; *E*, *F N. dissectum* (Forst.) Desv.: *E* Fieder I.; *F* Segment II. mit Aderung und Soris; *G N. glandulosum* J. Sm., Teil einer Fieder I. mit Nervatur und Soris; *H N. reticulatum* (Sw.) Diels, Teil eines Segmentes mit Aderung und Soris; *J N. decompositum* R. Br., Fieder I. (*G* nach Fée; *H* nach Baker in Flor. Brasil., sonst Original.)

B. B. doppelt gefiedert. Fiedern II. gelappt. — **Ba.** Fiedern II. breit-angewachsen: *N. latifrons* Hook. Indusium groß. Sandwichinseln verbreitet. — **Bb.** Fiedern II. am Grunde zusammengezogen: *N. splendens* Hook. Osthimalaya, Hinterindien. — *N. crinicaule* (Kuhn) Diels. Madagaskar.

C. B. doppelt gefiedert. Fiedern II. ± fiederspaltig.

Ca. Segmente der Fiedern II. ganz oder schwach gezähnt: *N. Keraudrenianum* (Gaud.) Diels. Rhizom kriechend. B. mit 1—2 m langem Stiele und 2—4 m langer, unbegrenzt wachsender und mit der Spitze schlingender, unterseits flaumiger Spreite. Indusium fehlend. Sporangien gewimpert. Sandwichinseln. — *N. Blumei* Hook. Blattstiel etwa 0,6 m hoch, mit langlinealen Schuppen, wie die Spindel. B. sehr groß (z. B. 1 × 0,4 m). Süd- und Ostasien häufig. — *N. oppositum* Hook. Mit mehr randständigen Soris. Maskarenen. — Hierher noch mehrere Arten Indiens, wie *N. scabrosum* (Kze.) Bak. (*N. obtusilobum* Bak.), in den Nilgiris bis 2300 m gemein, und *N. ferrugineum* (Bedd.) Bak., die durch reiche Schuppen- und Drüsenbekleidung auffällt, selten neben voriger in Südindien und Ceylon.

Vielleicht ist hier noch anzuschließen das charakteristisch xeromorphe *N. hirsutum* (Sw.) Bak. aus Brasilien. Rhizom dick. B. kurz-gestielt, 0,25 m lang. Fiedern II. sehr dicht gestellt, gesägt, mit stumpfen Lappen. Blattstiel und Spindel dicht spreuschuppig. Blattfläche weich-behaart. Trockene Gebirge von Minas Geraës.

Cb. Segmente der Fiedern II. tief gesägt: *N. Boryanum* (Willd.) Bak. Östliche Paläotropen von den Maskarenen bis China und Hinterindien.

D. B. wenigstens unten dreifach-gefiedert. Fiedern III. ganzrandig bis tief gelappt.

Da. Indusium vorhanden (vgl. **Db**). — **Daα.** Neotropische Arten: Fiedern III. im allgemeinen weniger stark eingeschnitten. Außerordentlich polymorphe Gruppe, die auf den Antillen, längs der Anden von Columbien bis Chile, sowie in Brasilien entwickelt ist. Namentlich in der Form der Schuppenhaare äußerst sich große Mannigfaltigkeit. *N. villosum* Presl (*Megalastrum* J. Sm.). Stattliche, zuweilen baumartig eine Höhe von 6 m erreichende Pflanze, mit sehr großen, angeblich bis 6 m langen B. Indusium zuweilen fehlend. — *N. amplum* (Hk. Bk.) Bak. erreicht ebenfalls sehr ansehnliche Dimensionen. — *N. paleaceum* (Hook. f.) Bak. vertritt den Typus auf den Galapagosinseln. — **Daβ.** Paläotropische Arten. Fiedern III. meist stark eingeschnitten, oft fiederspaltig. — **DaβI.** Segmente und Lappen abgerundet: *N. catopteron* (Kze.) Hook. Ostafrika (südlich bis Knysna), Maskarenen, Comoren, Seychellen. — *N. magnum* Bak. Fiedern III. nur gekerbt. Fast baumartige Species der Urwälder von Nordwest-Madagaskar. — *N. Powellii* Bak. B. büschelig, 0,7—1 m lang; mit dem noch größeren *N. ludens* Bak. zusammen auf Samoa. — **DaβII.** Segmente und Lappen zugespitzt. *N. setigerum* (Bl.) Bak. Rhizom kriechend. Fiedern III. fiederspaltig. Gemeiner Farn Südostasiens und von da bis zum östlichen Polynesien; außerordentlich variabel und daher im Besitze einer höchst umfangreichen Synonymie. — *N. subglandulosum* (Mett.) Bak., nahestehend, bewohnt Réunion.

Db. Indusium fehlend. Hierher einzelne Formen der vorigen Arten. Ferner folgende: **Dbα.** Stamm aufrecht: *N. ornatum* (Wall.) Bak., vorigen ähnlich, sehr groß. B. 4—7 m lang werdend, mit abstehenden weißen Haaren besetzt, fein zerteilt, dünn. Sori einzeln auf jedem Segmente, klein, oft vom umgeschlagenen Rande bedeckt. Paläotropen, von Indien ostwärts bis Polynesien. — **Dbβ.** Stamm kriechend: *N. punctatum* (Thunb.) Diels (*Polypodium p.* Thunb., Hk. Bk.). B. mit 0,5 m langem Stiele und 0,3—1,2 m langer, weichkrautiger, fein gegliederter Spreite. Variabeler und ungemein weit verbreiteter Farn, von Columbien bis Chile, in den Küstenländern des westlichen Pacific von Japan bis Neuseeland, ferner in Indien, auf Bourbon, Tristan d'Acunha und St. Helena. Viele Formen wurden als eigene Species angesehen.

Sect. II. *Goniopteris* Presl (als Gatt.) (incl. *Meniscium* Schreb.). Unterste Seitenadern zweier Segmentmedianen miteinander verbunden, so dass längs der Rippe eine Reihe dreieckiger (und weiter hinauf eventuell viereckiger) Maschen entsteht (V. Goniopteridis).

Diese Aderung ist nur bei geringerer Gliederung des Blattrandes möglich, tief bis zur Rippe eingeschnittene Blätter zeigen sie natürlich nicht. Es besteht daher *Goniopteris* im wesentlichen aus weniger stark gegliederten Arten und ist nirgends scharf von Sect. *Lastrea* geschieden.

A. B. ungeteilt, ganzrandig bis fiederspaltig.

Aa. B. ungeteilt, ganzrandig oder gekerbt. Sori länglich. Indusium fehlend: *N. simplex* (Hook.), Diels, Südchina, wahrscheinlich frühzeitig fructificierende Primärform von *N. triphyllum* (Sw.), Diels, s. S. 178. — *N. giganteum* (Mett.) Diels, Peru, von voriger durch

größere Dimensionen und die viel bedeutendere Anzahl der Maschen verschieden, wohl ein entsprechendes Stadium von *N. reticulatum* (Sw.) Diels.

Ab. B. fiederspaltig, höchstens am Grunde die Abschnitte freie Fiedern bildend. Sori rund: *N. incisum* (Sw.) Bak. B. unregelmäßig, seicht-fiederspaltig, bandförmig-lanzettlich, 0,5 m lang, 0,02—0,05 m breit, am Grunde ganzrandig, erst über der Mitte gelappt mit ganzrandigen Segmenten. Sori ∞, nahe dem Rande, dorsal auf den Seitenadern. Indusium nur selten entwickelt. Antillen. — *N. scolopendroides* (L.) Hook. ebenfalls mit sehr hinfälligem Indusium; vielgestaltige Art der Antillen. — Auch die Formen von **Ab** stellen möglicherweise nur Stadien größerer Arten dar (wie nach Christ's Annahme z. B. von *N. parasiticum* (L.) Bak. (s. S. 180).

B. B. gefiedert.

Ba. Rhizom weit-kriechend.

Baα. Fiedern I. ganzrandig oder mässig (bis $^1/_3$ der Segmentbreite) gelappt. — **BaαI.** Endfieder viel größer als die verkürzten Seitenfiedern. Sori rund. Indusium sehr klein oder fehlend. Gewissermaßen Anfangsstadien eines sehr polymorphen Formenkreises Malesiens, den Christ um *N. canescens* (Bl.) gruppiert (vgl. Christ in Ann. Jard. Buitenz. XV. 131 f.): *N. simplicifolium* Hook. (*Polypodium s.* Hk.Bk.). Endfieder schwach-gelappt. Philippinen. Nach Hooker auch auf den Fiji-Inseln. — *N. Bakeri* (Harringt.) Diels. — **BaαII.** Endfieder etwas größer als die Seitenfiedern. Sori länglich. Indusium fehlend: *N. triphyllum* (Sw.) Diels *Meniscium t.* Sw., Hk.Bk.). Sterile B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele; ihre Spreite mit 0,1—0,15 m langer, am Rande geschweifter Endfieder und 1—2 kleineren Fiedern jederseits. Fertile B. kleiner als die sterilen. Adern unterseits fein behaart. Östliche Paläotropen, stellenweise von Ceylon bis Queensland. — **BaαIII.** Endfieder nicht größer als die Seitenfiedern. — **BaαIII 1.** Niedrige Pflanzen mit kleinem Laube. Hierher zunächst die größeren Formen von *N. reptans* (Sw.) (s. S. 168). — Ferner: *N. lineatum* (Bl.) Diels auf Java, *N. debile* (Mett.) Diels (*Polypodium d.* Hk.Bk.) Fiedern I. zahlreicher als bei voriger; Molukken. — **BaαIII 2.** Große Pflanzen mit ansehnlichem Laube. — * Fiedern ganzrandig oder seicht-gelappt: *N. unitum* (L.) R.Br. B. etwa 0,6 m lang. Fiedern l. etwa bis zu einem Drittel in meist dreieckige, spitze, ganzrandige Lappen eingeschnitten. Indusium behaart. Durch die ganzen Tropen verbreitet, in den feuchten Gebieten außerordentlich formenreich auftretend. In Cultur. — Zunächst schließen sich ihm einige Species Südostasiens an: *N. sophoroides* (Thunb.) Desv., B. weniger starr, unterseits dicht behaart; *N. pteroides* J. Sm., wo die Sori auf die Lappen beschränkt sind, *N. extensum* (Bl.) Hook. mit schmäleren, tieferen Lappen u. a. Formen. — Weiterhin schließen sich in Aufbau und Aderung der B. folgende Arten der östlichen Paläotropen hier an: — † Unterste Fiedern I. nicht kürzer als die folgenden: — △ Indusium meist fehlend: *N. salicifolium* (Wall.) Diels (*Meniscium s.* (Wall.) Hk.Bk.). B. mit 0,3 m langem Stiele und 0,3—0,5 m langer Spreite. Fiedern bis 0,2 m lang, 2 cm breit, ganzrandig, kahl. Sori länglich. Südliches Hinterindien. — *N. urophyllum* (Wall.) Diels (*Polypodium u.* Wall., Hk.Bk.) Rhizom kurz kriechend. B. bis etwa 1,2 m lang. Fiedern l. bis 0,3 m lang, oft 5 cm breit, weniger zahlreich als bei voriger, schmal-lanzettlich, sitzend, ganzrandig oder gekerbt. Sori meist rund, klein, zuweilen mit nierenförmigem Indusium. Ceylon, Ost-Himalaya (bis 1500 m), Hinterindien, Malesien, bis Nord-Queensland und Neuen Hebriden. — Die zahlreichen Formen dieser Art wurden von Fée zum Teil specifisch abgetrennt. Auch *N. rubrinerve* Bak. von Neu-Irland bis Fiji ist eine schwach charakterisierte Form des gleichen Typus Ebenso gehört *Meniscium cuspidatum* Bl. hierher, das nur durch die Verlängerung der Sori vom normalen Bilde abweicht; es wurde an mehreren Stellen des Gesamtareales beobachtet. — Ausgezeichnet durch ausgeprägte Reduction der fertilen Blattteile ist *N. biforme* (Boiv.) Diels, dessen Rhizom allerdings noch nicht bekannt wurde, und das vielleicht zu **Bb.** zu stellen ist. — △△ Indusium meist vorhanden: *N. moulmeinense* (Bedd.) Diels (*Polypodium multilineatum* Wall.) von *N. urophyllum* durch starrere Textur der B., größere Zahl der Seitenadern und Besitz des Indusiums unterschieden. Vorder- und Hinterindien stellenweise häufig, nach Christ auch auf den Fiji-Inseln. — *N. Otaria* (Kze.) Bak. (*Anisocampium* Presl) von allen vorigen besonders durch spitzzähnige Blattlappen unterscheidbar. B. von dünner Textur. Bergland Südindiens, Ceylons, der Philippinen. — †† Unterste Fiedern kürzer als die folgenden. — △ B. unterseits ± behaart oder drüsig: *N. cucullatum* (Bl.) Bak. außer durch den Gruppencharakter kaum von *N. unitum* zu unterscheiden. Sori dem Rande genähert. — *N. Haenkeanum* Presl größer als vorige, in der Tracht sehr ähnlich. — △△ B. unterseits fast kahl: *N. aridum* (Don) Bak. Fiedern 3 cm breit. Sori in der Mitte zwischen Rand und Rippe. Die drei letzten allgemein im tropischen Asien und Oceanien. — ** Rand bis über die Hälfte hinaus eingeschnitten: *N. Serra* (Sw.) Desv. B. mit 0,8 m langer, etwa

halb so breiter, starr lederiger Spreite. Antillen. Schließt sich am besten an die amerikanischen Formen des *N. unitum* an. — *N. pallidivenium* (Hook.) Bak., ausgezeichnet durch lederige B. mit genäherten lineal-länglichen Lappen und enger Aderung; im tropischen Afrika, wahrscheinlich weit verbreitet. — Endlich ein sehr vielgestaltiger Formenkreis in Melanesien, Polynesien, Neuseeland: die Formen teils mit Indusium, wie *N. invisum* (Forst.) Carruth., das in Polynesien verbreitet ist, teils ohne Indusium: *N. costatum* (Hook.) Diels (*Polypodium c.*, Hk.Bk.) (Fiji, Gesellschaftsinseln); *N. longissimum* (Brack.) Diels (Tahiti), *N. muricatum* (Pow.) Diels (Samoa), alle mehr oder minder ähnlich dem *N. pennigerum* (Forst.) Diels (*Polypodium p.* (Forst.) Hk.Bk.), bei der die Fiedern in ganzrandige, gekerbte bis wiederum gelappte Segmente eingeschnitten sind. In ganz Neuseeland.

Bb. Rhizom ± aufrecht.

Bbα. Fiedern I. ganzrandig oder wenig gelappt. — **BbαI.** Unterste Fiedern nicht oder wenig kleiner als die folgenden. — **BbαI1.** Neotropische Arten. — * Sori rund. — † Indusium fehlend: *N. diversifolium* (Sw.) Diels (*Polypodium d.* Hk.Bk.). B. krautig mit 0,3 m langem Stiele und 0,4 m langer, 0,15 m breiter Spreite, die außer der Endfieder 6—12 ganzrandige, 0,1 m lange Fiedern jederseits besitzt. Südost-Brasilien. — *N. Rivoirei* (Fée) em. Diels (*Polypodium crenatum* (Sw.) Hk.Bk.), von voriger durch unterseits flaumige B., sowie die größere Zahl communicierender Adern verschieden. Antillen bis Nordbrasilien. In Cultur. — Spitz gezähnte, gelappte oder oft schon fiederspaltige Formen sind *N. obliteratum* (Sw.) Diels (*Polypodium faucium* Liebm., Hk.Bk.), von Mexiko und den Antillen; und *N. Ghiesbreghtii* (Linden) Diels (*Polypodium G.* Hk.Bk.) unterseits dicht zottig, Südmexiko. — Stets bis $^1/_4$ oder $^1/_2$ der Breite fiederspaltig sind die Fiedern I. von *N. androgynum* (Poir.) Diels (*Polypodium tetragonum* Sw., Hk.Bk.), welches in bedeutender Polymorphie die feuchteren Gebiete des tropischen Amerikas fast allenthalben bewohnt. — †† Indusium meist vorhanden: *N. Schaffneri* Fée, Mexiko. — Außerdem gehören manche Formen von *N. androgynum* von den Antillen hierher. — ** Sori länglich. Indusium fehlend (*Meniscii* sp. autt. et Hk.Bk.): *N. reticulatum* (Sw.) Diels. B. mit 0,3—0,9 m langem Stiele und 0,6—1,2 m langer, oft über 0,3—0,6 m breiter Spreite. Fiedern vorn zugespitzt, ganzrandig oder etwas geschweift, 0,15—0,3 m lang. Aderung mit 8—12 Maschenreihen zwischen Rippe und Rand. Sumpfige Plätze, sehr gemein durch das gesamte neotropische Reich von Mexiko bis Peru und Südbrasilien (Fig. 92, *H*). — *N. serratum* (Cav.) Diels, voriger sehr ähnlich, an gesägten Fiedern und meist größerer Anzahl von Maschenreihen erkennbar. In Verbreitung und Vorkommen mit ihr übereinstimmend. — **BbαI2.** Paläotropische Arten: *N. glandulosum* J. Sm. (*Abacopteris* Fée) dem *N. urophyllum* jedenfalls sehr nahe stehend, und auf seine Beziehungen dazu noch weiter zu untersuchen (Fig. 92, *G*). Hinterindien, Malesien. — *N. cyatheoides* Kaulf., gemein auf den Sandwichinseln. Die Eingeborenen genießen die jungen Sprosse als Gemüse (»Kikawaeo«). — Ihm ist höchstwahrscheinlich anzuschließen: *N. polycarpum* (Hook. et Arn.) Diels. (*Polypodium stegnogrammoides* Bak., *Phegopteris polycarpa* Hillebr., *Stegnogramme* Brack.), das sich abgesehen von geringfügigen Einzelheiten durch den Mangel des Indusiums unterscheidet. Sein Stamm wird oft fast 1 m hoch, die B. bis 1 m lang; die Fiedern sind breit und groß. Sandwichinseln ebenfalls nicht selten. — Endlich muss hier angeschlossen werden *N. refractum* Hook., dessen unterste Fiedern I. stark abwärts gerichtet sind. Es ist eine zweifelhafte Gartenpflanze, die angeblich aus Brasilien eingeführt wurde, nach Baker (Flor. Brasil. I, 2, 489) dort jedoch bisher nirgends wild bekannt geworden ist. — **BbαII.** Unterste Fiedern ± kleiner als die folgenden, ± reduciert und oft von abweichender Form: *N. pennigerum* (Bl.) Hook., steht *N. moulmeinense* (s. S. 178) offenbar nahe und ist weit verbreitet in den Paläotropen. In Cultur. — *N. arbuscula* (Willd.) Desv., von voriger durch kleinere Statur und kürzere Fiedern unschwer zu unterscheiden. Rhizom holzig, Stämmchen von 0,1 m Höhe bildend. Fiedern I. zahlreich, am Grunde meist geöhrt, am Rande leicht gesägt, die untersten ziemlich schnell zu breit dreieckigen Gebilden reduciert. Maskarenen, Nilgiris, Ceylon, Malesien bis zu den Salomonsinseln. — *N. hispidulum* (Decsne.) Bak., unterscheidet sich durch schmälere, tiefer gelappte Fiedern und leitet zur folgenden Gruppe über.

Bbβ. Fiedern I. bis zu $^1/_3$ oder $^2/_3$ tief eingeschnitten. — Hierher gehören zunächst einzelne Formen der vorher aufgeführten Arten, z. B. *N. scolopendrioides* (L.) Hook. var. 3 *pinnata* Mett. (*N. asplenioides* (Sw.) Bak.) von Cuba. — Namentlich dürften ferner eine große Anzahl der unten aufgeführten einfacheren Formen mit dem S. 180 zu schildernden *N. parasiticum* in Zusammenhang stehen; doch gestattet die noch ungenügende Erfahrung über die wirklichen Verhältnisse nicht, diese Zusammenhänge als gesichert darzustellen.

BbβI. Lappen dreieckig, spitz. Spindel mit schwarzen fibrillösen Trichomen besetzt, die auf einem nach dem Abfallen des eigentlichen Haares bleibenden Postamente stehen:

N. ferox (Bl.) Moore. Sehr große Art: B. mit 0,8 m langem Stiele, 1,5 m langer, bis 0,6 m breiter, glänzender, kahler Spreite. Fiedern I. lang zugespitzt. Malesien und wahrscheinlich

Fig. 93. *A, B Luerssenia Kehdingiana* Kuhn: *A* Habitus; *B* Teil des fertilen B. mit Aderung und Soris. — *C—F Fadyenia prolifera* Hook.: *C* Habitus; *D* Teil des fertilen B. mit Aderung und Soris; *E* Schema der Aderung des fertilen B.; *F* Längsschnitt durch Sorus und Indusium, etwas schräg zum Verlauf der fertilen Ader. (*E* nach Mettenius, sonst Original.)

auch im östlichen Himalaya. — **Bbβ II.** Lappen abgerundet, abgestutzt, selten kurz zugespitzt. Spindel ohne schwarze fibrillöse Trichome. — **Bbβ II 1.** Sori rundlich. Indusium meist

deutlich: *N. parasiticum* (L.) Bak. (*N. molle* (Sw.) R. Br.) Rhizom kurz. B. gebüschelt mit 0,3 m langem, etwas behaartem Stiele und 0,6 m langer, 0,3 m breiter, länglich-ovaler Spreite von krautiger Textur, meist mit feiner Behaarung versehen. Sori oft mit Paraphysen, Indusium nierenförmig. In allen warmen Ländern verbreiteter Farn: vom Himalaya und Südchina bis Neusüdwales und Nord-Neuseeland, ferner in Afrika südlich der Sahara, Makaronesien, im ganzen tropischen und subtropischen Amerika. Außerdem ist er eine alte Zierpflanze unserer Warmhäuser. Die Zahl der von dem Typus kaum sicher scheidbaren Formen ist eine sehr beträchtliche, und es wurde bereits darauf hingewiesen, dass auch habituell erheblicher abweichende Arten vielleicht in seinen Kreis zu ziehen seien. Weiteres vgl. in den Werken von Mettenius, Hooker-Baker, Christ. — *N. brachyodon* (Kze.) Hook., vielleicht entwickeltere Form von *N. pennigerum*, unterschieden von ihm durch wenig verschmälerte Blattbasis, Fehlen der Blattbehaarung und Neigung zur Reduction des Indusiums. Antillen und nördliche Anden, auch auf den Galapogosinseln. Außerdem in Malesien, wo daneben das größere *N. truncatum* Presl vorkommt; es ist an den vorn abgestutzten und dort unregelmäßig gekerbten Lappen in typischen Formen gut erkennbar. Von Mauritius über Südindien, Ceylon, Hinterindien nach Malesien, Nordaustralien und Polynesien. — **BbIIα2.** Sori länglich. Indusium fehlend (*Stegnogramme* Bl., *Syneuron* J. Sm.) *N. Stegnogramme* (Mett.) Diels (*Gymnogramme aspidioides* Hook. non Kaulf.). B. mit 0,15—0,25 m langem, zottig behaartem Stiele. Spreite 0,3—0,5 m lang, 0,15—0,25 m breit. Fiedern stumpf gelappt bis $^1/_4$—$^1/_3$ herab, krautig, ± behaart. Ceylon, Hinterindien (bis zu den Khasiabergen nördlich), Java, vielleicht in Malesien noch weiter verbreitet.

10. **Luerssenia** Kuhn. Sori in 4—6 Reihen angeordnet. Indusium flach, verlängert-elliptisch — Rhizom aufrecht. B. etwas dimorph, ungeteilt, die sterilen etwas breiter und kürzer gestielt. Aderung anastomosierend; die der sterilen B. mehrere Maschenreihen bildend, die Maschen mit blinden Äderchen; Aderung der fertilen 4—6 solcher Reihen bildend, die blinden Äderchen seltener (Fig. 93 *A*, *B*).

Eigentümliche Gattung, von zweifelhafter Stellung, in der Fructification der folgenden noch am meisten angenähert. Nur 1 Art auf Sumatra.

L. Kehdingiana Kuhn. Tracht von *Aspidium singaporianum* Wall. Sterile B. mit 4—5 cm langer, etwa 0,3 m langer, 5 cm breiter lanzettlicher Spreite von papierartiger Consistenz. Fertile etwa 0,2 m lang gestielt mit 0,2 m langer, kaum 2 cm breiter Spreite. Westsumatra: Lankat.

11. **Fadyenia** Hook. Sori endständig an freien Seitenadern, oblong, groß. Receptaculum deutlich. Indusium groß, häutig, oberseits behaart, central befestigt, länglich-herzförmig. (Fig. 93 *D*, *F*). Sporen länglich, mit einer Längsleiste besetzt. — B. rasig-gebüschelt, ungeteilt, dimorph. Sterile Spreite an der Spitze oft wurzelnd, mit anastomosierender Aderung. Fertile Spreite schmäler mit einfacherer Aderung (Fig. 93 *C*—*F*).

1 Art der Antillen.

F. prolifera Hook. Sterile B. etwa 0,15 m lang, etwa 2,5 cm breit, liegend. Fertile B. zungenförmig, 0,15—0,25 m lang, aufrecht. Textur lederig. Cuba, Jamaica, Portorico.

12. **Mesochlaena** R. Br. (*Sphaerostephanos* J. Sm., *Didymochlaena* Hk. Bk. pt.). Sorus dorsal, hufeisenförmig, an länglichem, kammförmigem Receptaculum. Indusium ebenfalls oval, schildartig dem Receptaculum angewachsen (entsprechend *Didymochlaena*), mit einfachen Haaren und (namentlich am Rande) von gelbglänzendem Inhalte erfüllten Drüsentrichomen besetzt (Fig. 94 *C*, *D*). — Große Pflanzen vom Habitus eines *Nephrodium*. B. meist doppelt-fiederspaltig. Blattstiel ungegliedert dem Rhizom angefügt. Adern nach V. Goniopteridis anastomosierend.

Die Selbständigkeit der Gattung bedarf der Bestätigung. *Nephrodium attenuatum* J. Sm z. B. gleicht ihr habituell so außerordentlich, dass ein näheres Studium über die Constanz ihrer Merkmale sehr erwünscht wäre.

M. polycarpa (Bl.) Bedd. Rhizom aufrecht. B. gebüschelt, mit kurzem Stiele und 0,6—1,2 m langer, einfach gefiederter Spreite. Fiedern lang zugespitzt, in längliche Segmente geschnitten, unterseits behaart (Fig. 94, *A*, *B*). Untere Fiedern an Größe schnell abnehmend. Seitenadern genähert. Sori klein, auf jeder Ader 1, zuletzt zusammenfließend. Flussufer, Buschränder in der Niederung. Malesien und ostwärts bis Polynesien.

13. **Didymochlaena** Desv. (*Ceramium* Reinw., *Hippodium* Gaud., *Hysterocarpus* Langsd., *Monochlaena* Gaud., *Tegularia* Reinw.). Sori länglich an der Spitze der untersten

akroskopen Seitenader auf linealem, kammförmigem Receptaculum. Indusium oberständig, länglich, schildartig dem Receptaculum central angewachsen, am Rande

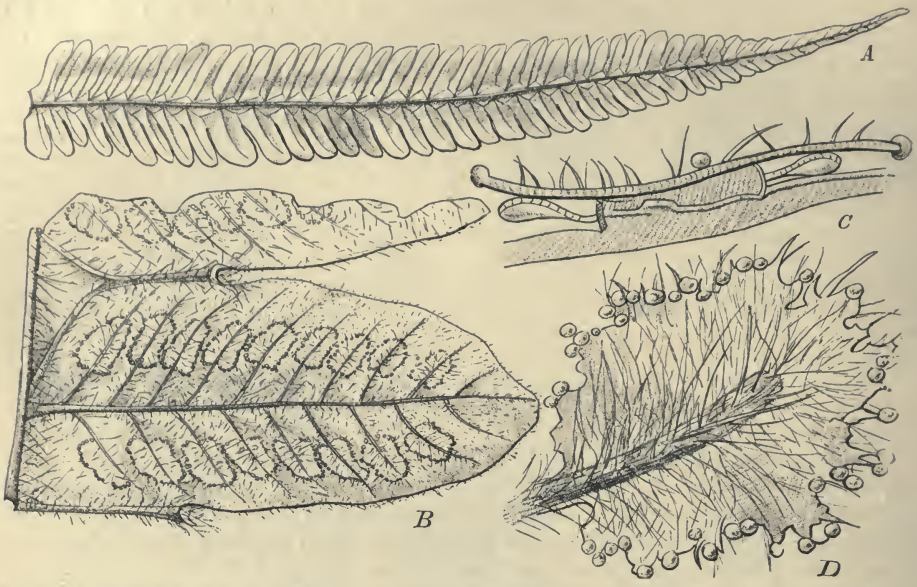


Fig. 94. *Mesochlaena polycarpa* (Bl.) Bedd.: *A* Fieder I. aus dem vorderen Teile des B., nat. Gr.; *B* Segment II. mit Aderung und Soris; *C* Sorus mit Indusium, längs durchgeschnitten, schematisiert. (Das Receptaculum ist etwas incorrect wiedergegeben); *D* Indusium, vergröss. (Original.)

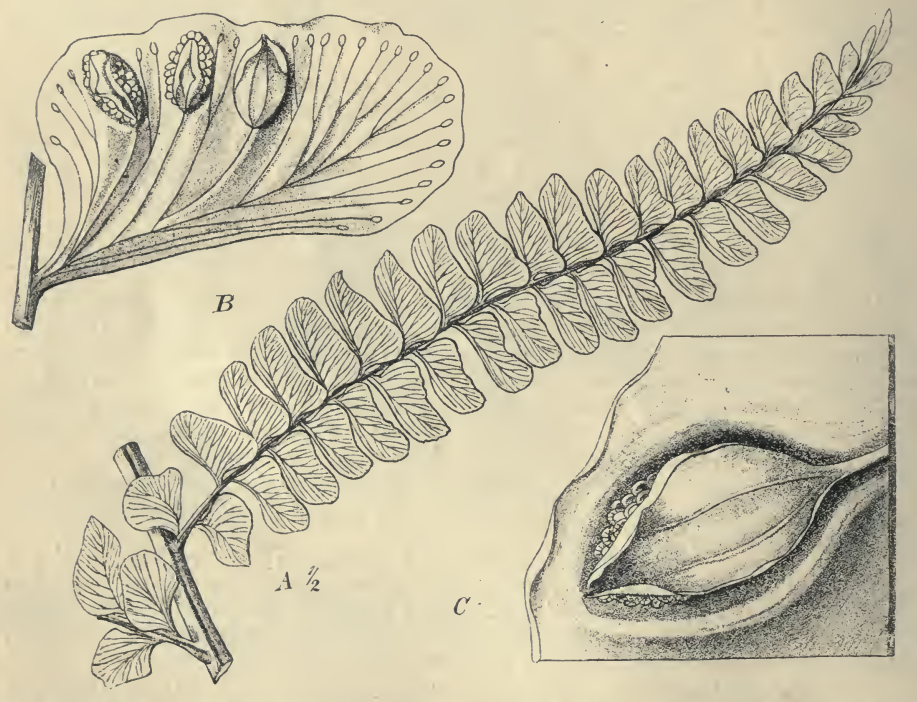


Fig. 95. *Didymochlaena lunulata* Desv.: *A* Fieder I. aus der oberen Region eines B.; *B* Fieder II. mit Aderung und Sorus; *C* Sorus mit Indusium. (Original.)

allseitig frei (Fig. 95 *C*). B. dem Rhizome ungegliedert angefügt. Spreite doppelt-gefiedert. Fieder I. akroskop stark gefördert, die basiskope Hälfte stark reduciert. Aderung nach V. Neuropteridis, Adern am Ende verdickt (Fig. 95). 1 Art durch die Tropenländer verbreitet.

Die Stellung der Gattung sehr unsicher; in ihren vegetativen Merkmalen den *Davallieae* ähnlich.

D. lunulata Desv. Stamm aufrecht, fast baumartig. B. eine büschelige Krone bildend, 1—2 m lang, doppelt-gefiedert. Fiedern II. fast viereckig, ganzrandig, lederig. Sori je 2—6 auf den Fiedern II. Sehr verbreiteter Erdfarn in tropischen, schattigen Wäldern, doch aus Vorderindien nicht bekannt. Beliebte Culturpflanze des Warmhauses.

14. **Cyclopeltis** J. Sm. (*Hemicardium* Fée, *Aspidii sp.* Hk. Bk.). Sori rund, an den untersten Seitenadern dorsal, in 1—3 Reihen parallel zur Mittelrippe angeordnet. Receptaculum undeutlich. Indusium klein, schildförmig. — Rhizom schief, liegend, ohne Ausläufer. B. gebüschelt, einfach-gefiedert. Fiedern auf der akroskopen Seite schwach oder nicht geöhrt, am Grunde gestutzt oder herzförmig, der Spindel gegliedert angefügt und leicht abfällig. Adern 2—3mal gegabelt, frei.

1—2 Arten der feuchteren Tropengebiete.

C. semicordata (Sw.) J. Sm. (*Aspidium s.* Sw., Hk.Bk.). Rhizom stark, dicht mit pfriemlichen Schuppen besetzt. B. mit 0,1—0,2 m langem Stiele und 0,8—1 m langer, 0,2—0,3 m breiter, fest-krautiger, meist kahler Spreite (Fig. 96, *A, B*). Wälder des neotropischen Reiches. Eine ähnliche Form (*C. Presliana* J. Sm.) in Hinterindien und Malesien. In Cultur.

15. **Aspidium** Sw. pt. (incl. *Bathmium* Fée, *Cardiochlaena* Fée, *Cionidium* Moore, *Deparia* Hk. & Gr. pt., *Dictyocline* Moore, *Dictyopteris* Presl, *Digrammaria* Presl, *Dryomenes* Fée, *Haplodictyum* Presl, *Heterogonium* Presl, *Lobochlaena* Fée, *Microbrochis* Presl, *Microsorium* Fée, *Phlebiogonium* Fée, *Pleocnemia* Presl, *Podopeltis* Fée, *Polydictyum* Presl, *Proferea* Presl, *Sagenia* Presl, *Trichocarpa* J. Sm. — *Aspidium* sect. *Euaspidium* Hk. Bk., *Nephrodium* sect. *Sagenia* Hk. Bk., *Polypodium* sect. *Dictyopteris* Hk. Bk. pt., *Gymnogramme* sect. *Digrammaria* Hk. Bk.). Sori auf deutlichem Receptaculum, rundlich. Indusium von verschiedenster Gestalt: schildförmig (Fig. 86, *N*, 96, *D*) oder mit seitlicher Anheftung herz- bis nierenförmig (Fig. 97, *C*), sehr häufig verkümmert oder fehlend. Sporen bilateral. — Meist ansehnliche Farne. B. mit ungegliedertem Stiele. Spreite im Grundplan oft zu dreiteiligem Aufbau geneigt (Fig. 96, *E*), meist von weichkrautiger Textur. Fiedern auf der basiskopen Seite oft stark gefördert. Seitenadern reichlich mit einander verbunden nach V. Sageniae, häufig blinde Äderchen in den Maschen (Fig. 96, *F*, Fig. 97, *B*).

Fast rein tropische Gattung meist eng verwandter Arten von unsicherer Begrenzung von denen etwa 50 auf Asien, 5—10 auf Afrika, etwa 20 auf die Neotropen entfallen.

Litteratur: Mettenius, Über einige Farngattungen IV. *Phegopteris* und *Aspidium*. Abhandlungen der Senckenberg. naturforsch. Gesellsch. zu Frankfurt a. M. II, 32.

Die geringe Constanz der Indusium-Gestalt bei den *Aspidiinae* tritt bei *Aspidium* besonders scharf hervor. Doch lassen die Beobachtungen in der Natur gerade hier keinen Zweifel an der Zusammengehörigkeit von Species mit oder ohne Hülle. Es sind daher bei folgender Übersicht die gleichen Principien wie bei *Nephrodium* maßgebend.

Sect. I. *Euaspidium* Hook. s. ampl. B. ungeteilt oder geteilt; dann stets zu dreieckigem Umriss geneigt und die basiskope Hälfte der Abschnitte stark gefördert. Adern mannigfach anastomosierend, die Maschen oft mit blinden Äderchen. Indusium schildförmig, selten nierenförmig.

A. B. ungeteilt, ganzrandig oder seicht gebuchtet. — **Aa.** Sori sehr zahlreich: *A. singaporianum* Wall. (*Podopeltis* Fée, *Nephrodium s.* Hk. Bk.). Rhizom kriechend, B. 0,3 m lang, etwa 0,1 m breit, länglich-eiförmig, am Grunde meist lang herablaufend, vorn lang zugespitzt, fest-häutig. Aderung dicht-maschig. Indusium rund, schildförmig (Fig. 96 *C, D*). Südliches Hinterindien, Malesien. — *A. pteropodum* (Bak.) Diels (*Nephrodium p.* Bak.) mit geflügeltem Blattstiele. Westborneo. — **Ab.** Sori wenig zahlreich: *A. plantagineum* (Jacq.) Griseb. (*Dryomenes* Fée (et J. Sm.) pt., *Bathmium* Fée), äußerlich dem vorigen sehr ähnlich, doch etwas kleiner, die B. an der Spitze abgestumpft (und oft proliferierend), das Adernetz lockerer. Moosige, feuchte Waldstellen des tropischen Amerika von den kleinen Antillen nach Guiana,

Amazonas und den nördlichen Anden. — *A. nicaraguense* (Fourn.) Bak. (*Bathmium n.* Fourn.), weniger stark spreuschuppig als vorige. Die fertilen B. entschieden kleiner als die sterilen und länger gestielt. Nicaragua.

B. B. dreieckig, dreilappig; die Seitenlappen I. meist mit einem besonders großen basiskopen Lappen II. versehen. Mit **C** durch zahlreiche Stufen verbunden (vgl. dies).

Ba. Seitenlappen I. ohne Lappen II. Ordnung.

A. ternatum (Bak.) Diels (*Nephrodium t.* Hk. Bk.). B. selten einfach, meist dreilappig. Seitenlappen dem Endlappen ähnlich, doch etwas kleiner. Wahrscheinlich Fortbildung von

Fig. 96. *A, B Cyclopeltis semicordata* (Sw.) J. Sm.: *A* Fieder I.; *B* Teil davon mit Aderung und Soris. — *C—J Aspidium* Sw. pt. I.: *C, D A. singaporianum* Wall.: *C* Stück des Blattes mit Aderung und Soris; *D* Indusium. — *E, F A. trifoliatum* (L.) Sw.: *E* Habitus; *F* Schema der Aderung. — *G A. Griffithii* (Hook. f. & Thoms.) Diels: Teil einer Fieder I. mit Aderung und Soris. Die starke Behaarung ist der Deutlichkeit halber nur angedeutet. — *H, J A. Moorei* (Hook.) Christ: *H* Segment II.; *J* Teil des Blattrandes mit Soris. (*A—C* nach Fée; sonst Original.)

A. singaporianum Wall. Borneo. — *A. Labrusca* (Hook.) Christ (*Polypodium L.* Hook., Hk. Bk.). Rhizom dicht pfriemlich-beschuppt. B. mit 0,1—0,2 m langem Stiele, Spreite 0,07—0,1 m im Durchmesser, herzförmig, dem Laube von *Vitis Labrusca* gleichend. Felsen oder Stämme. Borneo, Java und Celebes.

Bb. Seitenlappen I. mit Lappen II. Ordnung. — **Bbα.** Blattlappen ganzrandig: *A. platanifolium* Mett. Indusium oft fehlend. Malesien, wenig verbreitet. — **Bbβ.** Blattlappen seicht-buchtig: *A. tripartitum* (Bak.) Diels (*Nephrodium tr.* Bak.) Abschnitte II. der Seitenlappen I. zuweilen fehlend. Indusium häutig, kahl. Fiji. — **Bbγ.** Blattlappen ihrerseits wiederum eingeschnitten gelappt: *A. trifoliatum* (L.) Sw. Rhizom kurz, B. mit 0,3 m langem Stiele und 0,4 m langer, 0,3 m breiter, dünn-krautiger Spreite. Sori groß, in zwei Reihen unweit der Seitenadern. Indusium groß, schildförmig (Fig. 96, *E*). Verbreiteter Farn der Neotropen, auch seit alters cultiviert. — *A. Plumieri* Presl in der Tracht voriger ähnlich, aber breiter. Sori sehr zahlreich, unregelmäßig angeordnet, oft zusammenfließend. Indusium nierenförmig oder fehlend. Kleine Antillen häufig. — In der alten Welt vertreten den gleichen Typus mehrere lokalisierte Formen, z. B. *A. Pica* Desv. (*Nephrodium P.* Hk. Bk.) auf den Maskarenen; *A. Lawrenceanum* (Moore) Diels (*Nephrodium L.* Bak.) viel größer als vorige, Stamm 0,1 m hoch, B. über 0,6 m lang; sehr feuchte Urwälder Madagascars; *A. hederifolium* (Bak.) Diels (*Nephrodium h.* Bak.) auf den Salomonsinseln.

Bc. End- und Seitenlappen sämtlich dreiteilig; Vgl. *A. stenophyllum* S. 185 unten.

C. B. dreieckig; zwischen End- und Seitenlappen meist ein zweites Seiten-Fieder-Paar eingeschaltet. — Mit **B** durch zahlreiche Stufen oft an der selben Art verbunden, ebenso häufig zu **D** übergehend.

Ca. Sori regellos angeordnet: *A. subtriphyllum* Hook. (*Nephrodium s.* Hk. Bk.). B. 0,2 m lang, etwa 0,15 m breit. Fiedern oft wiederum fiederspaltig. Fertile B. etwas schmal. Aderung feinmaschig. Sori ziemlich groß. Indusium nierenförmig. Paläotropen: Maskarenen, Ceylon, China und ostwärts bis Polynesien. — *A. angulatum* (Willd.) J. Sm., unterschieden von voriger durch meist ganzrandige Endfieder, kleinere Sori, verkümmertes Indusium. Malesien.

Cb. Sori in zwei Reihen längs der Hauptadern: *A. variolosum* Wall. (*Nephrodium v.* Hk. Bk.) Fiedern unregelmäßig gelappt und eingeschnitten. Adernetz ziemlich weitmaschig. Sori am Ende der Äderchen, ziemlich groß. Nordöstliches Vorderindien, Hinterindien häufig, Malesien. — *A. latifolium* (Forst.) Presl non J. Sm. (*Nephrodium l.* Hk. Bk.) zeichnet sich aus durch sehr breite Fiedern und engeres Maschennetz als bei voriger. Polynesien.

D. B. länglich-dreieckig oder dreieckig; zwischen End- und Grundfiedern mehrere Fiederpaare eingeschaltet. Meist große Pflanzen (*Dictyopteris* Presl pt.).

Da. Fiedern I. ganzrandig oder gelappt.

Daα. Sori regellos angeordnet. — **DaαI.** Maschen mit blinden Äderchen: *A. polymorphum* Wall. (*Nephrodium p.* Hk. Bk.) Rhizom kriechend. B. mit 0,3 m langem Stiele und bis 1 m langer, 0,4 m breiter Spreite. Fiedern meist ganzrandig. Sori klein. Indusium klein oder fehlend. Indisch-malesische Art; im Himalaya von Gurwhal ostwärts. — In die Nähe gehören mehrere schwach begrenzte Formen Hinterindiens und Malesiens, z. B. *A. irriguum* J. Sm. (*Nephrodium i.* Hk. Bk., *Microsorium trifidum* Fée) mit minder fortgeschrittener Blattgliederung und häufig zusammenfließenden Soris, von den Philippinen; *A. heterocarpum* Bedd. non Bl., auffallend durch einzeln stehende, bis 2 m hohe B., deren unterste Fiedern ohne basiskopen Seitenlappen, und außerordentliche Variabilität der Sori und des Indusiums. Nasse Plätze in Chittagong und Assam. — **DaαII.** Maschen ohne blinde Äderchen: *A. sparsiflorum* (Hook.) Diels (*Polypodium sp.* Hk. Bk.) Rhizom dick. B. mit 0,5 m langem Stiele und 0,6—1 m langer, kahler Spreite. Fiedern ± gelappt, die unteren oft ihrerseits wiederum gefiedert. Adernetz ziemlich weitmaschig. Indusium fehlend. Urwälder des tropischen Westafrika. — **Daβ.** Sori in zwei regelmäßigen Reihen längs der Hauptadern. Maschen mit zahlreichen blinden Äderchen: *A. pachyphyllum* Kze. (*Nephrodium p.* Hk. Bk.) von ähnlichen Dimensionen, wie vorige. Indusium groß, nieren- oder schildförmig (Fig. 97, *A—C*). Malesien bis Polynesien (Fiji).

Dem polymorphen Kreise von **Daα** und **Daβ** gehören noch zahlreiche Formen Malesiens an (z. B. *A. siifolium* (Willd.) Mett. (*Nephrodium s.* Hk. Bk.), sowie *A. Barteri* J. Sm. (*Nephrodium B.* Hk. Bk.) mit vergänglichem Indusium, in humösen Urwäldern des tropischen Westafrika, und *A. subrepandum* Bak., mit großem, bleibendem Indusium aus Ecuador. — Wie ein reduciertes Derivat dieser Gruppe nimmt sich das sehr eigentümliche *A. stenophyllum* (Bak.) Diels aus. B. mit etwa 0,1 m langem Stiele und ebenso langer Spreite, die aus drei dreiteiligen Partien besteht. Sarawak auf Borneo.

Daγ. Sori zwischen den Hauptseitenadern verschmelzend (Fig. 96, *G*): *A. Griffithii* (Hook. f. et Thoms.) Diels (*Dictyocline* Moore, *Hemionitis Gr.* Hk.Bk.) B. mit 0,2—0,5 m langem, zottigem Stiele. Spreite über 0,3 m lang, (Fig. 96, *G*), zottig. Waldungen. Khasia von 1200—1500 m, Südchina, Südjapan.

Db. Fiedern I. fiederspaltig oder gefiedert.

Dbα. Sori auf der Blattfläche regellos angeordnet. — **DbαI.** Sori über die ganze Blattfläche zerstreut: *A. difforme* Bl. (*Polypodium d.* Hk.Bk.). B. mit 0,3 m langem Stiele und etwa 1 m langer, 0,5 m breiter Spreite. Fiedern etwas herablaufend. Indusium fehlend. Hinterindien und ganz Malesien. — **DbαII.** Sori auf den Rand der Blattlappen beschränkt: *A. Brongniartii* (Bory) Diels (*Polypodium B.* Hk.Bk.) Indusium fehlend. Malesien mit Einschluss der Philippinen.

Dbβ. Sori auf der Blattfläche in 2 Reihen längs der Hauptadern angeordnet. — **DbβI.** Blinde Äderchen in den Maschen vorhanden: *A. cameroonianum* (Hook.) Mett. (*Polypodium c.* Hk.Bk.). B. oft 1,5 m lang. Schattige Urwälder im tropischen Westafrika. Davon *A. nigrescens* Kuhn (*Nephrodium n.* Hk.Bk.) kaum zu trennen. — Etwas kleiner ist *A. fernandense* (Bak.) Diels (*Polypadium f.* Bak.), Fernando Po. — *A. macrophyllum* Sw. (*Nephrodium m.* Hk.Bk.). Ansehnlicher Farn. B. mit 0,6 m langem Stiele und oft mehr als 1 m langer, 0,4 m breiter Spreite, deren Fiedern ganzrandig oder ± gelappt sind. B. oberseits schwach behaart. Indusium rundlich herzförmig, seltener schildförmiger. Im ganzen tropischen Amerika und auch in Malesien vertreten durch das höchst ähnliche *A. Haenkei* Presl. — **DbβII.** Blinde Äderchen in den Maschen ganz oder fast ganz fehlend. — 1. Indusium rundlich-nierenförmig: *A. cicutarium* (L.) Sw. (*Nephrodium c.* Hk.Bk.). Rhizom schief. B. mit 0,4 m langem Stiele und 0,8 m langer Spreite. Untere Fiedern dreieckig, wiederum gefiedert. In allen feuchteren Gebieten der gesamten Tropen, sehr polymorph. Von den besser geschiedenen Farn ist zu nennen *A. hippocrepis* Sw., ein häufiger Farn Westindiens, dessen B. etwas weniger stark gegliedert ist, so dass z. B. der Basallappen der untersten Fiedern meist fehlt. In Cultur. — 2. Indusium fehlend: *A. macrodon* (Reinw.) Diels (*Polypodium m.* Hk.Bk.). B. kahl. Malesien von Malakka und Philippinen bis Fiji.

Der Formenkreis ist besonders gestaltungsreich im tropischen Asien, z. B. noch *A. tenerifrons* (Hook.) Diels (*Polypodium t.* Hk.Bk.) von Mulmein, *A. chattagramicum* (Bedd.) Diels, heimisch in Chittagong, sowie *A. ferrugineum* (Mett.) Diels (*Polypodium f.* Hk.Bk.). B. unterseits mit rotbraunen Haaren besetzt, Neuguinea.

Dbγ. Sori über den Blattrand vorspringend, scheinbar gestielt (Fig. 96, *J*). (*Deparia* Hook. et Grev., *Cionidium* Moore, *Trichiocarpa* J. Sm.). Habituell sehr auffällige Gruppe Melanesien-Polynesiens, die wohl ihren Platz hier in der Nähe des vegetativ übereinstimmenden *A. cicutarium* (L.) Sw. am natürlichsten findet. — **DbγI.** Blinde Äderchen in den Maschen vorhanden: *A. Godefroyi* (Luerss.) Fiji. — **DbγII.** Blinde Äderchen in den Maschen ganz oder fast ganz fehlend: *A. Moorei* (Hook.) Christ (*Deparia M.* Hk.Bk.). B. 0,3—0,5 m lang, herzförmig-dreieckig, dünnkrautig. Indusium + (Fig. 96, *H*, *J*). Neucaledonien. — *A. deparioides* (Bak.) Christ (*Polypodium d.* Bak.) Indusium 0. Fiji.

E. B. eigentlich nur fiederspaltig: die Fiedern durch sehr breite, oft am Blattstiele bis zum Grunde herablaufende Flügel in Zusammenhang verblieben.

Ea. Indusium vorhanden. — **Eaα.** Paläotropische Arten. — **EaαI.** Sori regellos angeordnet: *A. vastum* Bl. (*Nephrodium v.* Hk.Bk.). B. bis über 1 m lang. Sori klein. Vom nordöstlichen Vorderindien bis Malesien, gewöhnlich in den niederen Regionen. — *A. subconfluens* Bedd., kleiner als vorige, in den Khasia-Bergen bis 1500 m. — **EaαII.** Sori in 2 regelmäßigen Reihen längs der Hauptadern: *A. decurrens* Presl (*Nephrodium d.* Hk.Bk.) schöner Farn von äußerst wechselnden Dimensionen, B. zuweilen kaum 0,3 m hoch (var. *Thwaitesii* Hook. von Ceylon) zuweilen weit über meterlang, die fertilen ± stark zusammengezogen. Sori groß. Indusium von variabeler Gestalt, meist nierenförmig. Von Ceylon und Hinterindien, Südchina nach Malesien und Polynesien. In Cultur. — Mehrere Arten Ostasiens, die mir unbekannt sind, gehören nach Baker ebenfalls zu **Eaα.** (*A. quinquefidum* (Bak.) Diels (*Nephrodium q.* Bak.); *A. subpedatum* (Harr.) Diels (*Nephrodium s.* Bak.); *A. Beccarianum* (Cesati) Diels (*Polypodium B.* Hk.Bk.) u. a. — **Eaβ.** Neotropische Arten. Indusium vergänglich. *A. eurylobum* Christ aus Costa Rica, *A. Gardneri* (Bak.) Christ (*Nephrodium G.* Bak.) aus Brasilien, beide näher zu prüfen auf ihre Beziehungen zu den folgenden Arten.

Eb. Indusium fehlend. Neotropisch. *A. Tatei* (Bak.) Diels (*Polypodium T.* Bak.). B. bis meterlang, untere Segmente frei, z. T. gestielt. Sori regellos nahe dem Rande angeordnet. Nicaragua. — *A. draconopterum* (Hook.) Diels (*Polypodium d.* Hk.Bk.). B. sehr groß, oft über 1 m lang, dünn, kahl. Sori klein, zahlreich, oft zusammenfließend. Tropische Anden von Columbien bis Ecuador. — *A. nicotianifolium* (Bak.) Diels (*Polypodium n.* Bak.) voriger sehr

ähnlich, aber B. kleiner und an der Spindel behaart, ebenfalls in Ecuador. — *A. Leprieuri* Mett. Fiedern häufig in unregelmäßiger Weise eingeschnitten. Panama bis Guiana.

Sect. II. *Pleocnemia* Presl. Adern nach V. Pleocnemiae anastomosierend. (Blinde Äderchen also fehlend.) Obere Adern meist frei, einzelne jedoch ebenfalls miteinander verbunden (Fig. 97, *D*). Indisch-malesische Arten.

A. Mit baumartigem Stamme: *A. Leuzeanum* (Presl) Kze. (*Nephrodium L.* Hk. Bk.). Stamm aufrecht, meist niedrig, jedoch in einzelnen Gebieten bis 10 m hoch werdend. B. mit

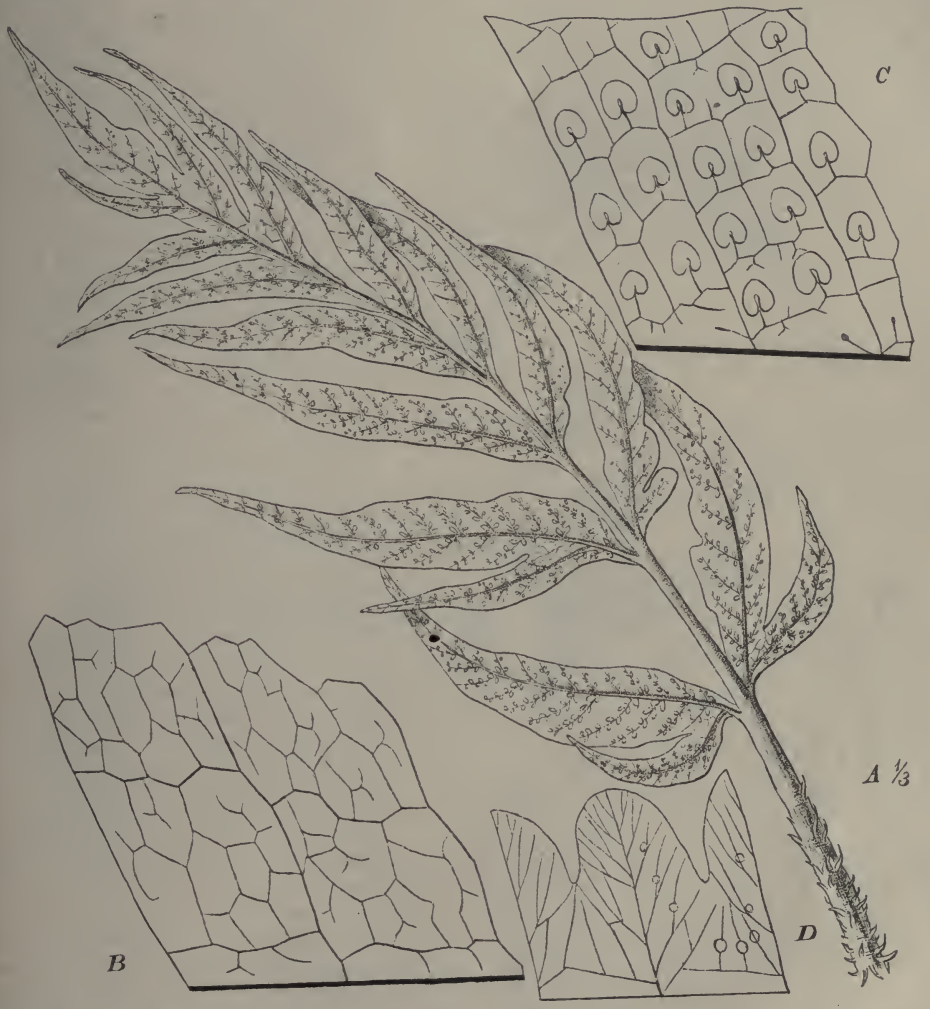


Fig. 97. *Aspidium* Sw. pt. II.: *A—C A. pachyphyllum* Kze.: *A* Habitus; *B* Teil einer sterilen Fieder mit Aderung; *C* Teil einer fertilen Fieder. — *D A. Leuzeanum* (Presl) Kze.: Teil einer oberen Fieder I. mit Segmenten und schematisierter Aderung. (Nach Mettenius.)

1 m langem Stiele und 2 m langer, dreieckiger, doppeltgefiederter Spreite. Unterste Fieder I. mit langen basiskopen Fiedern II., diese wiederum tief fiederspaltig mit meist gekerbten Segmenten, welche durch eine abgerundete Bucht getrennt sind. B. von etwas lederiger Textur, unterseits mit einigen Drüsenhaaren. Indusium herznierenförmig, sehr hinfällig. Die für die Section charakteristische Aderung ist an manchen Segmenten nicht typisch ausgebildet, indem z. B. sämtliche Seitenadern frei sind u. dgl. Wälder. Asiatisches Monsungebiet von Nordostindien und Südchina bis nach Fiji und Samoa. — Die Stämme dienen auf Samoa als Baumaterial (nach Reinecke).

B. Ohne baumartigen Stamm. — **Ba.** Blattfläche kahl oder schwach behaart: *A. Thwaitesii* (Bedd.) Diels (*Nephrodium simulans* Bak.). B. ziemlich dick. Indusium nierenförmig mit sich deckenden Lappen, daher scheinbar kreisförmig. Ceylon. — *A. membranaceum* Hook. B. mit 0,1—0,2 m langem Stiele, dünnhäutig, am Rande etwas behaart, zwei- bis dreifach-gefiedert; Segmente gekerbt. Ceylon, Südchina, Malesien. — Eine nahe Verwandte ist *A. Trimeni* (Bedd.) Diels (*Nephrodium giganteum* Bak. pt.) von Ceylon und Südindien. — **Bb.** Blattfläche beiderseits von vielzelligen Trichomen weichhaarig. — **Bbα.** Indusium vorhanden: *A. membranifolium* Presl (*Nephrodium dissectum* Hk.Bk. pt.). Habituell sehr ähnlich *A. cicutarium*, doch durch die oft freien Adern, die schwarzen pfriemlichen Spreuschuppen am Grunde des Blattstieles (abgesehen von der Aderung) zu unterscheiden. Nordöstliches Vorderindien, Hinterindien. — Einige andere beschriebene Formen (vergl. Baker Summary New Ferns p. 68) die ich nicht kenne, gehören vielleicht ebenfalls dieser Verwandtschaft an, doch bedürfen sie weiterer Prüfung an zuverlässigerem Materiale. — **Bbβ.** Indusium fehlend. Sori länglich: *A. ambiguum* (Hook.) Diels (*Gymnogramme a.* Hk.Bk., *Digrammaria* Presl, *Heterogonium* Presl). B. länglich-dreieckig; Fiedern I. tief eingeschnitten in lineallängliche Segmente. Philippinen. Die Verwandtschaft muss noch näherer Untersuchung unterzogen werden.

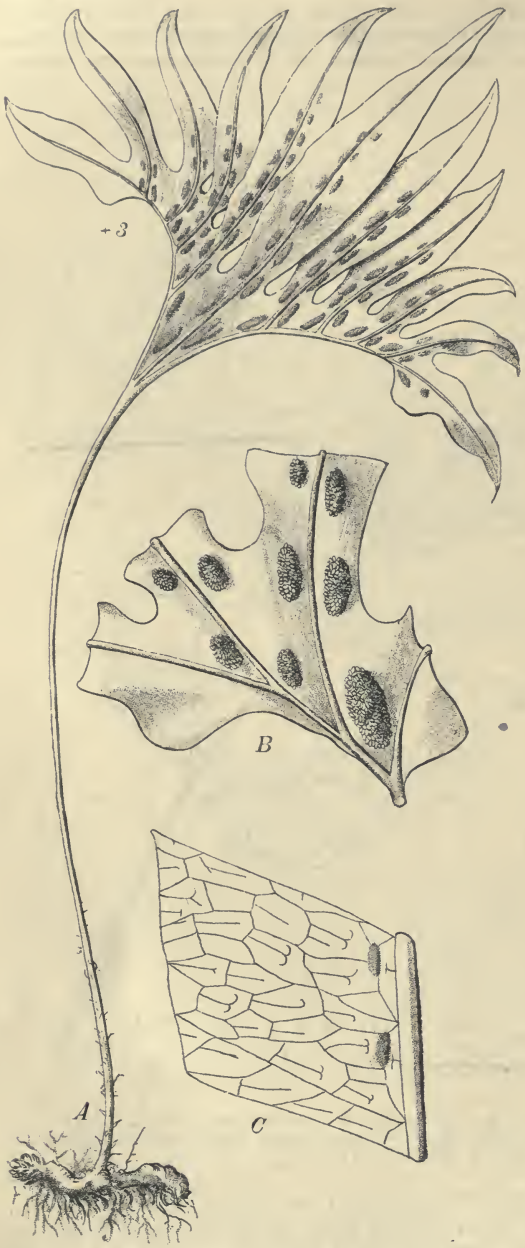


Fig. 98. *Cheiropteris palmatopedata* (Bak.) Christ: *A* Habitus; *B* Teil der Basis der Spreite; *C* Teil einer Fieder mit Aderung und Soris. (Nach Christ.)

16. **Cheiropteris** Christ. Sori länglich, dorsal auf verdicktem Receptaculum. Sporen bilateral, nahezu nierenförmig, citronengelb, glatt. Indusium fehlend. — Rhizom kriechend mit gegitterten Spreuschuppen. B. zerstreut, ungegliedert dem Rhizome angefügt, dichasial gebaut mit Endrippe; die Seitenrippen mehrfach dichotom mit Reduction der basiskopen Gabelzweige, welche Glieder einer sympodialen Seitenrippe werden (Fig. 98). Textur häutig.

2 Arten in Südchina.

Diese kürzlich von Christ aufgestellte Gattung bedarf noch näherer Untersuchung, und ob sie ein Recht auf Selbständigkeit hat, ist mir noch zweifelhaft. Da ich jedoch das Originalexemplar nicht sah, beschränke ich mich auf die Wiedergabe der diagnostischen Merkmale, die auch an der von Herrn Dr. Christ freundlichst zur Verfügung gestellten Original-Illustration hervortreten. Die

systematische Stellung der Pflanze beurteile ich jedoch (wie die des Genus *Dipteris*) abweichend von dem Autor, indem mir die ungegliedert angefügten und zur dichotomen Verzweigung neigenden B., sowie das starke Receptaculum deutlich auf die *Aspidieae* zu weisen scheinen.

Ch. palmatopedata (Bak.) Christ (*Ch. Henryi* Christ). B. mit 0,3 m langem Stiele und fast ebenso breiter, nur 0,2 m langer Spreite (Fig. 98, *A*) von blasser Farbe und krautiger Textur. Südchina, im Mile-District von A. Henry entdeckt. — *Ch. Eberti* Christ aus Prov. Kwangtang soll ebenfalls hierher gehören, vielleicht auch einige andere von Baker zu *Polypodium* gerechnete Arten jener Gebiete.

17. **Polystichum** Roth pt. (incl. *Adenoderris* J. Sm., *Amblia* Presl, *Cyrtomium* Presl, *Hemigonium* J. Sm., *Hypopeltis* Rich., *Peltochlaena* Fée, *Phanerophlebia* Presl, *Ptilopteris* Hance, *Polypodium* sect. *Cyrtomiphlebium* Hook., *Rumohra* Raddi, *Tectaria* Cav. pt., *Aspidium* sect. *Polystichum* Hk. Bk.). Sori rund, gewöhnlich dorsal, selten terminal. Indusium meist schildförmig (Fig. 99, *B*, *C*), sehr selten fehlend. Sporen bilateral. — Schöne Farne, meist bodenständig, zuweilen auch epiphytisch. Blattstiel von 2 bis mehr Leitbündeln durchzogen. Spreite meist ± starr und lederig. Fiedern meist akroskop stark gefördert, die Zähne grannig. Adern einfach oder die benachbarter Gruppen zur Verschmelzung neigend (Fig. 99, 100).

Umfangreiche Gattung, ausgezeichnet durch die fast kosmopolitische Verbreitung mancher Arten, deren Umgrenzung mit großen Schwierigkeiten verbunden ist. Bei weiter Speciesfassung kann man ungefähr 75 Arten annehmen. An polymorphen und isolierten Typen (besonders aus den weniger compliciert-blättrigen Gruppen) überreich sind die ostasiatischen Gebirgsländer; auch Makaronesien, Nordamerika, die Antillen zeichnen sich durch eigenartige *P.* aus.

Litteratur: Mettenius, Über einige Farngattungen IV. *Phegopteris* und *Aspidium*. Abhandl. Senckenberg. naturforsch. Gesellsch. zu Frankfurt a. M. II, 32.

Durch die auffallenden Grundzüge ihrer Tracht verhältnismäßig gut charakterisiert enthält diese Gattung in der folgenden Fassung immerhin manche isolierte Typen, deren Zugehörigkeit durch weitere Untersuchungen noch zu erweisen bleibt.

Sect. I. *Eu-Polystichum* Diels. Adern alle frei.

A. B. einfach-gefiedert. Fiedern ganzrandig oder gezähnt.

Aa. B. oft in eine kleine wurzelnde Knospe endigend. Sori oft terminal. — **Aaα.** Fiedern fast ganzrandig. Sori zerstreut: *P. rhizophyllum* (Sw.) Presl, auf den Antillen, vielleicht eine Form des *P. triangulum* (Sw.) Fée. In Kultur. — Ein sehr abnorm aussehender Farn Jamaicas, *P. Plaschnickianum* (Kze.), mit ganzen, nur an der Basis gelappten Blättern gehört wohl ebenfalls hierher. — **Aaβ.** Fiedern am Rande scharf gezähnt. Sori gereiht am Rande. Indusium sehr groß: *P. craspedosorum* (Maxim.) Diels. Ziemlich kleiner Farn. B. lederig, etwa 0,1—0,15 m lang. Fiedern 2 cm lang, 1 cm breit; Spindel und Hauptnerven dicht spreuschuppig. Sori meist auf die akroskope Hälfte der Fiedern beschränkt, nahe dem Rande, groß, von sehr ansehnlichem, häutigem, bleibendem Indusium bedeckt (Fig. 99 *A*—*C*). Charakteristischer Farn Ostasiens, von Mittelchina bis zur Mandschurei und Japan. — **Aaγ.** Fiedern am Rande dicht gekerbt. Indusium fehlend. (*Ptilopteris* Hance pt.): *P. Maximowiczii* (Bak.) Diels (*Polypodium Maximowiczii* Bak.). Zierlicher Farn. B. häutig, etwa 0,3 m lang, völlig kahl. Sori nahe dem Rande, terminal an den Adern, klein, soweit bekannt, ohne Indusium (Fig. 99 *D*, *E*). Eigentümliche Species von zweifelhafter Stellung, selten in den Gebirgen Japans. — Zu **Aa.** würde nach Baker auch *P. basipinnatum* (Bak.) Diels (*Aspidium b.* Bak.) zu stellen sein, mit kleinem, abfälligem Indusium, aus Südchina. — **Aaδ.** Fiedern gelappt: *P. glandulosum* (Hook. & Grev.) Diels (*Adenoderris* J. Sm.). B. fast sitzend, nur 0,1—0,2 m lang, mit etwas herablaufenden Fiedern, krautig, drüsig behaart. Isolierte Art, auf Cuba und Jamaica.

Ab. B. ohne wurzelndes Ende. Sori ± median an der Ader. — **Abα.** B. ± ansehnlich, gestielt. Unterste Fiedern den oberen ähnlich gestaltet, viel länger als breit, länglich-dreieckig. — **AbαI.** Fiedern ganzrandig oder stumpf gezähnt: *P. falcinellum* (Sw.) Presl, auf Madeira. In Cultur. — **AbαII.** Fiedern scharf gezähnt. — **AbαIII.** Fiedern nicht dimorph: *P. munitum* (Kaulf.) Presl. Sori nahe dem Rande. B. an 0,1—0,2 m langem Stiele, mit 0,3—0,6 m langer Spreite. Pacifisches Nordamerika, von Alaska bis Californien. Verbreitet und ziemlich variabel. — *P. xiphophyllum* (Bak.) Diels. Sori in der Mitte zwischen Rand und Mittelrippe. Bergland Westchinas, bei 1500 m. — *P. auriculatum* (Sw.) Presl. Sori nahe der Mittelrippe. Rhizom aufrecht. B. 0,1 m lang, gestielt, Spreite selten kürzer als 0,3 m, lanzettlich. Fiedern auf der akroskopen Seite stark geöhrt, auf der basiskopen wage-

recht abgeschnitten, am Rande ± grannig-gezähnt. Formenreicher Typus, dem sich auch einige unter **C.** und **D.** geführte Species in oft deutlicher Weise annähern. Ganz Indien, Ceylon, China (wo besonders polymorph); im Himalaya bis 3000 m aufsteigend. — Ziemlich nahe steht auch *P. Macleanii* (Bak.) Diels, im östlichen Südafrika auf den Drakensbergen. — *P. lepidocaulon* (Hook.) J. Sm., in der Gruppe durch große, herzförmig-runde Spreuschuppen ausgezeichnet. Japan. — **Abα II 2.** Fiedern dimorph: *P. acrostichoides* (Sw.) Schott. Untere

Fig. 99. *Polystichum* Roth pt. L.: *A—C P. craspedosorum* (Maxim.) Diels: *A* Fieder; *B* Sorus mit Indusium, Flächenansicht; *C* dasselbe, Querschnitt. — *D, E P. Maximowiczii* (Bak.) Diels: *D* vordere Hälfte eines B.; *E* Fieder. — *F P. Lonchitis* (L.) Roth: Fieder. — *G, H P. tripteron* (Kze.) J. Sm.: *G* Spreite eines B. mit dem oberen Teile des Petiolus; *H* Fieder.

Fiedern stets steril. Die oberen fertilen viel kleiner und auf ihrer Unterseite zuletzt völlig von den Soris bedeckt. Dimensionen des *P. aculeatum.* Durch den Dimorphismus der Fiedern scharf gekennzeichnete Species; in den Wäldern des ganzen atlantischen Nordamerika von Canada südwärts. — *P. otophorum* (Franch.) Diels, im Hochgebirge Westchinas, leitet zur folgenden Gruppe über. — **Abβ.** B. sehr kurz gestielt. Unterste Fiedern bedeutend kürzer als die oberen, meist breiter als lang: *P. Lonchitis* (L.) Roth. B. bis 0,6 m lang, die Spreite

mindestens 6mal länger als der braunschuppige Stiel, überwinternd, starr lederig. Sori oft nur an der akroskopen Seite (Fig. 99, *F*). Charakteristischer Bergfarn des borealen Reiches, noch auf den Gebirgen des Mediterrangebietes, in den nördlichen Alpen bis 2100 m, im westlichen Himalaya bis 3400 m aufsteigend; noch in Grönland. Auch Zierpflanze. — *P. mucronatum* (Sw.) Presl, dem vorigen sehr ähnlich, doch mit dicht spreuhaariger Spindel und besonders auffallend durch das sehr große, oft glänzend schwarz gefärbte Indusium. Im Berglande der Antillen. In Cultur. — **Aby.** Fiedern wenig länger als breit, mit dreieckigen, borstigen bis fast dornigen Zähnen. — **AbyI.** Asiatische Arten: *P. lachenense* (Hook.) J. Sm., im hohen Himalaya von 2000—5000 m, B. oft nur 0,15 m hoch; extremste Form einer polymorphen, indisch-ostasiatischen Reihe, die namentlich wohl mit *P. auriculatum* in Beziehung steht. Im höheren Himalaya gehören dahin *P. Thomsoni* (Hook.) J. Sm. und *P. obliquum* (Don) J. Sm., im Berglande Mittelchinas *P. deltodon* (Bak.) Diels. Weiter fortgeschritten in der Gliederung der Spreite, mit öfters zarter Textur sind *P. Prescottianum* (Wall.) J. Sm. im höheren Himalaya, bis 3400 m; *P. Bakerianum* (Atkinson) Clarke, ebendort; *P. moupinense* (Franch.) Diels, *P. capillipes* (Bak.) Diels, im Hochgebirge Westchinas. — **AbyII.** Amerikanische Arten: *P. triangulum* (Sw.) Fée. B. mit 0,3—0,4 m langer, starrer Spreite. Fiedern oft dornig-gezähnt, zuweilen auch an der basiskopen Seite etwas geöhrt. Vertreter einer höchst vielgestaltigen Gruppe der Antillen, deren Glieder durch unmerkliche Übergänge stufenweise dem Typus des *P. aculeatum* (Sw.) Roth näher kommen. Sie sind besonders zahlreich auf Cuba und Jamaica, und auch das dort vorkommende *P. rhizophyllum* (Sw.) J. Sm. (**Aa.**, s. S. 189) mit seinen Derivaten wird von manchen Autoren in den Kreis des *P. triangulum* hineingezogen.

B. B. einfach-gefiedert; die untersten Fiedern I. wagerecht abstehend, mehrmals länger als die übrigen, ihrerseits wiederum gefiedert. Dadurch das Blatt in drei fast gleichartige Teile zerfallend (s. Fig. 99 *G*): *P. tripteron* (Kze.) J. Sm. Stiel am Grunde mit großen Spreuhaaren. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele und 0,3—0,5 m langer, krautiger Spreite und fast kahler Spindel. Indusium klein, zuletzt sehr undeutlich (Fig. 99 *G,H*). Eigentümliche Species, an felsigen, schattigen Plätzen, durch Japan verbreitet. — *P. Hancockii* (Hance sub *Ptilopteris*) Diels (*Aspidium reductum* Bak.). Erheblich kleiner in allen Teilen, sonst aber höchst ähnlich. Bergland Formosas, bis 1000 m.

C. B. vorwiegend doppelt-gefiedert. Mehrere der unteren Fiedern 1. gefiedert. — **Ca.** Segmente gewöhnlich spitz, oft grannig gezähnt. Textur oft lederig: Kreis des *P. aculeatum* (L.) Roth. B. an Stiel und Spindel spreuschuppig, bis über 1 m lang, 0,2 bis 0,3 m breit. Fiedern I. zugespitzt. Fiedern II. meist stachelborstig gesägt, gewöhnlich von dunkelgrüner Farbe. Schöne Farngruppe von außerordentlich weiter Verbreitung und bedeutender Polymorphie; auch als Gartenpflanzen sehr beliebt. Die letzte eingehende Darstellung davon gab Christ in Ber. Schweiz. Bot. Gesellsch. III (1893), 26 ff.; er schlägt folgende Gliederung vor: *P. lobatum* (Sw.) Presl (*P. aculeatum* subspec. I. Christ). B. immergrün, stark lederig. Fiedern II. nicht abgesetzt gestielt. Sori groß, oft zusammenfließend. Indusium bleibend. Die Normalform besitzt lanzettliche, stets hellbraune, schmale Schuppen an der Spindel, zeigt aber in der Differenzierung des Blattrandes bedeutende Variabilität. Nord- und Mitteleuropa verbreitet. — Zunächst steht *P. californicum* (Eat.) Diels (*lobatum* var. Christ), wo die untersten Fiedern I. kaum kürzer als die folgenden sind. Californien. — *P. setosum* (Wall.) Schott, üppiger, bis 70 cm hoher Farn, B. beiderseits mit Schuppen und gelblichen Haaren bedeckt. Sikkim-Himalaya um 2500 m. — *P. rufobarbatum* (Wall.) Schott, um wenig kleiner als vorige, trägt an der Spindel rotbraune Spreuschuppen. Nilgiris und Himalaya, verwandt mit *P. discretum* (Don.) Diels (Malesien) und *P. Hillebrandii* Carr. (Sandwichinseln). — *P. luctuosum* Kze. Unterste Fiedern I. kaum kürzer als die folgenden. Spindel schwarz-spreuhaarig. Östliches Südafrika. — *P. tsussomense* (Hook.) Diels, Japan, und *P. Richardi* (Hook.) Diels, verbreitet auf Buschland Neuseelands, ähneln voriger durch die schwarze Färbung der Spreuhaare. — *P. aculeatum* (Sw.) Roth (*P. aculeatum* subsp. II. Christ). B. weniger stark lederig als beim *lobatum*-Typus. Fiedern II. abgesetzt kurzgestielt. Große, hellbraune Spreuschuppen mit schmal-pfriemlichen Spreuhaaren gemischt. Sori kleiner als bei vorigen (Fig. 100, *A*). West- und angrenzendes Mitteleuropa in tieferen Lagen der Bergländer; Makaronesien, Mittelmeergebiet, Afrika, Westasien, Indien in den Gebirgen verbreitet; sowie in Formen ohne Indusium (*Polypodium Moritzianum* Klotzsch, *P. platyphyllum* Hook., *P. rigidum* Hook. & Grev.) auch aus Central- und Südamerika bekannt. — Von stärker abweichenden Formen führt Christ l. c. an: *P. japonicum* (Christ als Varietät) Diels, analog dem oben erwähnten *P. setosum* in Japan; *P. nigropaleaceum* (Christ als Varietät) Diels, ebenfalls durch das Indument charakterisiert. — *P. proliferum* (R. Br.)

Presl, mit schwarzen Schuppen und gelblichen Spreuhaaren, die B. an der Spitze häufig knospend, Ostaustralien. *P. chilense* (Christ als Varietät) Diels, schließt sich durch gerundetere Formen der Segmente an *P. mohrioides* (Bory) Presl an. — *P. Braunii* (Spenn.) (*P. aculeatum* subsp. III. Christ). B. schlaffer als bei vorigen, am Grunde stark verschmälert, sommergrün. Fiedern II. weniger zahlreich, sitzend. Indusium hinfällig. Sporadisch durch das gemäßigte Europa, Ostasien, atlantische Nordamerika; ähnlich auch von den Sandwich-

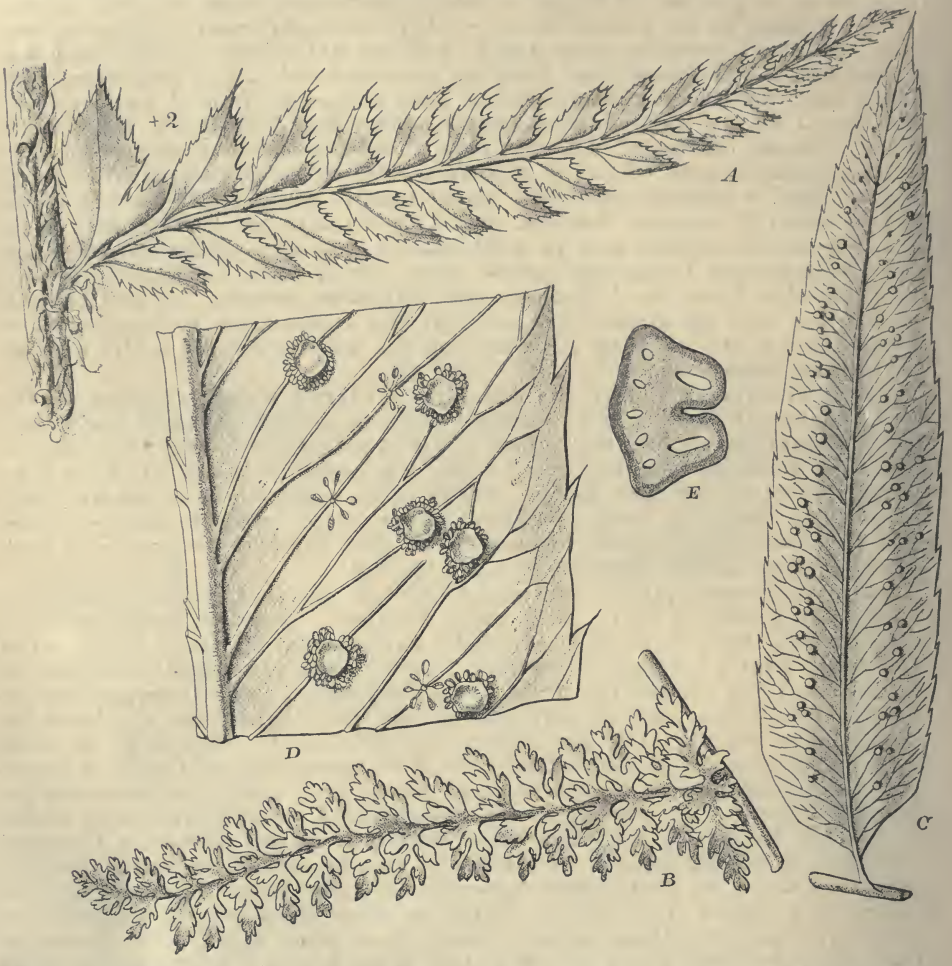


Fig. 100. *Polystichum* Roth pt. II.: *A P. aculeatum* (Sw.) Roth, Fieder I.; *B P. multifidum* (Mett.) Moore, Fieder I.; *C—E P. juglandifolium* (H.B.K.) Diels, *C* Fieder I., *D* Teil einer Fieder I. mit Aderung und Soris, *E* Schema des Blattstiel-Querschnitts. (*A* Original; *B* nach Mettenius; *C—E* nach Fée.)

inseln bekannt. — *P. pungens* (Kaulf.) Presl (*P. aculeatum* subsp. IV. Christ). Große Art, die B. mit 0,3 m langem Stiele und 0,5 m langer, bis 0,25 m breiter Spreite. Fiedern II. doppeltgesägt. Südafrika, vom Kap östlich sehr verbreitet, über 500 m, sowie auf Réunion. In Cultur. — *P. vestitum* (Forst.) Presl (*P. aculeatum* subsp. V. Christ). B. schmal-lanzettlich, mit kurzen Fiedern I. und kleinen Fiedern II. Spindel dicht besetzt mit schwarzen, weiß gerandeten Schuppen. Antarktisches Südamerika, Ostaustralien und namentlich verbreitet im kühleren neuseeländischen Gebiete, hier auf Macquarie-Island fast den 55° s. Br. erreichend. — Sehr nahe stehen *P. oculatum* (Hook.) Diels, mit großem, schwarzgenabeltem Indusium, *P. silvaticum* (Colenso als *Polypodium*) Diels, beide auf Neuseeland. — *P. Drepanum* (Sw.) Diels. B. mit 0,4 m langem, dunkelschuppigem Stiele und dreieckiger, 0,35 bis 1 m langer, 0,2—0,5 m breiter Spreite. Sori klein, in der Mitte zwischen Rippe und Rand. Madeira.

Cb. Segmente stumpf, nicht grannig gezähnt. — **Cbα.** B. lederig: *P. mohrioides* (Bory) Presl. Fiedern II. schwach-gezähnt. Gedrungene Form der Gebirge Südchiles, des antarktischen Südamerikas (nördlich bis zu den Sierras Pampeanas), Falklandsinseln, Marion- und Amsterdam-Insel. — **Cbβ.** B. krautig: *P. cystostegia* (Hook.) Diels. Fiedern II. tief eingeschnitten. Blattstiel mit sehr großen, blassen Schuppen gedeckt. Indusium groß, stark convex. Eigentümliche Species der Hochgebirge Neuseelands, von zweifelhafter Verwandtschaft, vielleicht in Beziehung zu *P. Prescottianum* (Wall.) Bedd. (s. S. 191) zu setzen.

D. B. teilweise mehrfach-gefiedert: Untere Fiedern I. doppelt- bis mehrfach-gefiedert.

Da. Segmente deutlich akroskop gefördert: — **Daα.** Fieder alle gleichgestaltet. — **DaαI.** Segmente der Fiedern II. ± oval, ganz bis gezähnt. — **DaαII.** Segmente ± stachelspitzig oder begrannt: *P. frondosum* (Lowe) J. Sm. Fiedern II. mit sehr langem, fiederspaltigem Endstücke. Madeira, Südostafrika? — *P. aristatum* (Sw.) Presl. Fiedern II. mit relativ kurzem, fiederspaltigem Endstücke. Rhizom kriechend. Unterste Fiedern I. dreieckig, basiskop gefördert. Fiedern III. tief eingeschnitten und grannig gezähnt. Sori ziemlich klein. Indusium schild- oder nierenförmig. Paläotropen von Afrika bis Japan und Polynesien. Steht offenbar als complicierter gegliederte Nebenform dem *P. amabile* (Bl.) J. Sm. nahe. In Cultur. — *P. platypus* (Hook.) Diels. Sori groß, Indusium groß, nierenförmig. — *P. coniifolium* Wall. Rhizom aufrecht, B. feiner zerteilt, sonst ähnlich *P. aristatum* und von entsprechendem Areale. — *P. denticulatum* (Sw.) J. Sm., neotropischer Vertreter der vorigen. Indusium fest, häufig bleibend, herzförmig oder kreisrund, aber seitlich angeheftet. Graziöser Farn, von Guatemala bis Südbrasilien verbreitet, ziemlich formenreich; namentlich auffallend sind die den höheren Regionen der Anden entstammenden Formen durch die Reduktion ihrer vegetativen Teile (z. B. var. *rigidissimum* Hook. in Columbien). — *P. effusum* (Sw.) J. Sm. (*Nephrodium e.* Hk.Bk.) Indusium meist fehlend. Ebenfalls in den Neotropen weit verbreitet und polymorph. — **DaαI2.** Segmente stumpfer, ohne Granne an den Zähnen: *P. laserpitiifolium* (Mett.) Diels, letzte Segmente dreieckig, von großen Soris bedeckt. Ornamentaler Farn Ostasiens, von Tonkin bis Japan, in Cultur. — *P. varium* Sw. Rhizom kriechend. Habituell durch die Form des Segment-Umrisses an *Nephrodium* erinnernd, im übrigen sich etwas an *P. amabile* (Bl.) J. Sm. (s. oben) anschließend. China, Japan, Philippinen. — *P. capense* (L.) J. Sm. Rhizom weitkriechend. B. groß, 0,4 bis über 1 m lang, lederig, kahl. Unterste Fiedern I. basiskop erheblich gefördert. Indusium ansehnlich, schildförmig. Eigentümliche, an *Davallia* erinnernde Form, oft epiphytisch. Amerika, von den Antillen bis Südchile und Patagonien, ferner im östlichen Südafrika, auf den Maskarenen, sowie im gemäßigten Ostaustralien, Neuseeland, Polynesien. Wird cultiviert. — Etwas abweichende Nebenformen sind im ganzen Gebiete vorhanden, z. B. *P. flexum* (Kze.) Phil. auf Juan Fernandez. — **DaαII.** Segmente der Fiedern II. tief eingeschnitten in kleine Läppchen. — **DaαII1.** Indusium flach, schildförmig: *P. multifidum* (Mett.) Moore. B. etwa 1 m lang, fein zerteilt, die letzten Lappen lineal-keilig. Südliche Anden (Fig. 100 *B*). — **DaαII2.** Indusium convex, seitlich angeheftet: *P. davallioides* (Brack.) Diels. Rhizom kriechend. Spindel fast kahl. Fiji, Tahiti und Samoa. — *P. hispidum* (Sw.) J. Sm. Spindel dicht mit abstehenden, schwarzbraunen Spreuhaaren besetzt. B. mit 0,3 m langem Stiele und 0,4 m langer, 0,15 m breiter, länglich-dreieckiger Spreite. Unterste Fiedern I. basiskop gefördert. Ostaustralien selten, dagegen sehr verbreitet im neuseeländischen Gebiete. — **Daβ.** Fiedern dimorph: Fertile Segmente fast völlig auf die Rippen reduziert: *P. adscendens* (Hew.) J. Sm. Guatemala, Cuba, Jamaica. Sehr auffallende Form, in der Tracht von frappanter Ähnlichkeit mit *Balantium coniifolium* (s. S. 119) und gewissen *Polybotrya*-Arten.

Db. Segmente an beiden Hälften ungefähr gleich-ausgebildet. Vegetativ mit *Nephrodium* übereinstimmend: *P. melanostictum* (Kze.) J. Sm. Fiedern II. bis zur Rippe in etwas sichelförmige, ganzrandige Segmente eingeschnitten. Indusium schildförmig, in der Mitte schwarz, am Rande heller. Mexiko. — Nahe verwandt ist *P. melanochlamys* (Fée) J. Sm., auf Cuba.

Sect. II. *Cyrtomium* Presl. Adern meist gefiedert; die Nachbargruppen zur Verschmelzung geneigt und oft ein Netz bildend, welches sogar blinde Äderchen in den Maschen enthalten kann. Etwas unnatürliche Gruppe.

A. Amerikanische Arten: *P. abbreviatum* (Schrad.) Diels. B. nicht gebüschelt, mit etwa 0,3 m langem Stiele und 0,3—0,6 m langer Spreite. Fiedern I. stumpf gelappt. Antillen bis Südbrasilien. — *P. juglandifolium* (Hk. Bk.) Diels (*Amblia* Presl). B. gebüschelt, ungefähr von den Dimensionen der vorigen, aber die Textur dicker lederig. Fiedern I. am Rande ganz oder spitz gezähnt (Fig. 100 *C—E*). Nordmexiko und Texas bis Venezuela, in mehreren,

von Fournier als Species beschriebenen Formen. — *P. dubium* (Hook.) Diels (*Polypodium* § *Cyrtomiphlebium dubium* Hk.Bk.), voriger nahe, doch ohne Indusium. Anden von Ecuador und Peru.

B. Altweltliche Arten: — **Ba.** Sori unregelmäßig zerstreut: *P. falcatum* (L.) Diels. Blattstiel am Grunde mit großen, dunkelfarbigen Spreuschuppen besetzt. Spreite 0,3—0,6 m lang, einfach-gefiedert, lederig, kahl. Fiedern sichelig nach oben gekrümmt, fein gezähnelt, meist akroskop, zuweilen beiderseits (*P. caryotideum* (Wall.) Diels) in Öhrchen vorgezogen. Aderung meist complicierter als bei vorigen. Indusium groß, schildförmig. Vom östlichen Südafrika bis zu den Sandwichinseln in den Subtropen und den tropischen Gebirgen der alten Welt verbreitet, im Himalaya bis 2400 m, auch häufig in unseren Warmhäusern kultiviert. — *P. lonchitoides* (Christ) Diels, um die Hälfte kleiner als vorige und von zart-krautiger Textur. Indusium zart. Gebirge Südchinas. — **Bb.** Sori in 1—2 Reihen parallel zur Rippe: *P. caducum* (Wall.) Diels (*Hemigonum* J. Sm.). Von voriger durch weit schmälere, oft gelappte Fiedern leicht zu unterscheiden. Östlicher Himalaya, Khasiaberge, Manipur. — *P. fraxinellum* (Christ) Diels. Fiedern weniger zahlreich als bei voriger, ganzrandig, höchstens nach vorn zu etwas gekerbt. Waldige Hänge, Südwestchina.

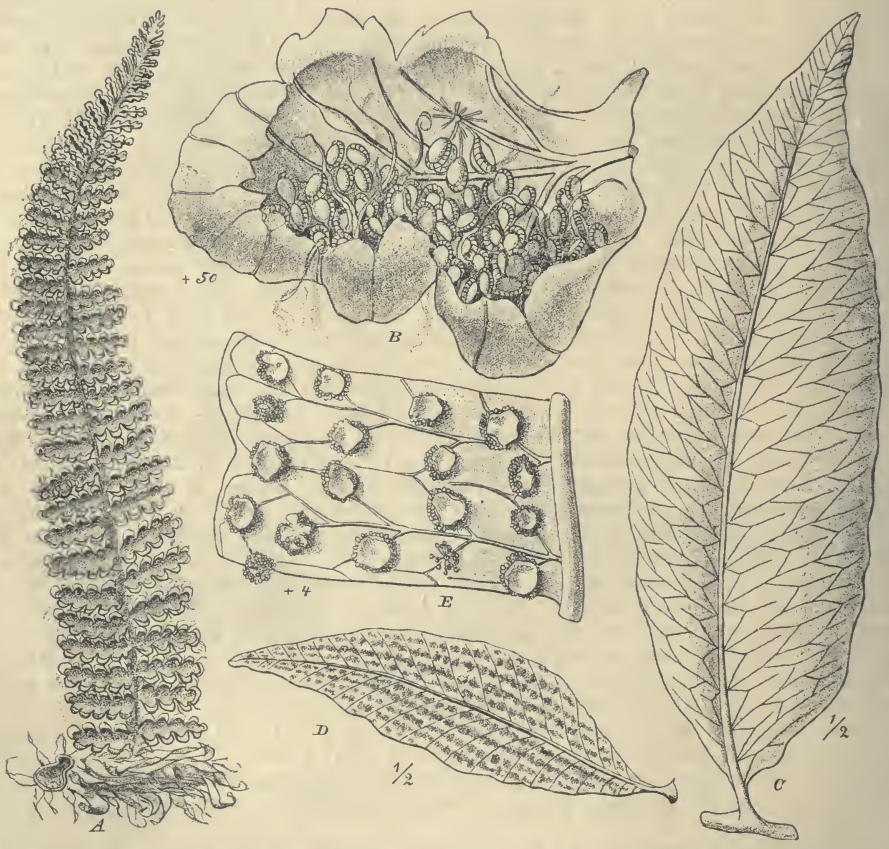


Fig. 101. *A, B Plecosorus speciosissimus* (A.Br.) Fée: *A* Fieder I., *B* Segment letzter Ordnung mit Aderung und Soris. Deckrand z. T. zurückgeschlagen. (Original.) — *C—E Cyclodium meniscioides* (Willd.) Presl: *C* sterile Fieder, *D* fertile Fieder, *E* Teil der fertilen Fieder mit Aderung und Soris. (*B* nach Giesenhagen in Christ, Farnkr. d. Erde, sonst Original.)

18. **Plecosorus** Fée (*Cheilanthis* sp. autt. Hk.Bk.) Sori dorsal, rund, zuletzt zusammenfließend. Receptaculum punktförmig. Deckrand breit, etwas eingerissen. Indusium (wahrscheinlich) fehlend. (Fig. 101, B). — B. gebüschelt, 2- bis 3-fach

fiederspaltig, dicht spreuschuppig. Adern gegabelt, frei. — Monotypische Gattung im mexikanischen Hochlands-Gebiete.

Systematisch sehr umstrittene Gattung, in Rücksicht auf den breit umgeschlagenen Blattrand von A. Braun u. a. zu *Cheilanthes* gestellt, von dem sie habituell sich völlig entfernt. Die dorsale Stellung des Sorus veranlasste Mettenius, die Pflanze seinen *Aspidiaceen* zuzurechnen, wo sie neben *Polystichum* wohl am natürlichsten ihren Platz findet. Wenn man die Einrollung der Spreite als Xeromorphie auffasst, ergeben sich die übrigen Abweichungen als Consequenzen von selbst.

P. speciosissimus (A. Br.) Fée. B. an 0,1 m langem Stiele, unterseits rostrot-behaart und nach der Basis zu an den Rippen mit großen Schuppen bedeckt. Spreite eiförmig-lanzettlich 0,6—1 m lang, 0,1—0,12 m breit. Fiedern II. länglich-lanzettlich, in kleine stark eingerollte Segmente zerschnitten. Textur lederig. (Fig. 101, *A, B*). Hochland von Mexiko und Guatemala.

19. **Cyclodium** Presl. Sori dorsal, rund, zuletzt zusammenfließend und dann die gesamte Unterseite des B. bedeckend. Indusium kreisrund, schildförmig angeheftet. — B. gefiedert, dimorph; fertile bedeutend zusammengezogen (Fig. 101, *C, D*). Fiedern beiderseits fast gleich ausgebildet, dickkrautig bis lederig. Untere Seitenadern benachbarter Gruppen nach V. Goniopteridis verschmelzend (Fig. 101, *C*).

C. meniscioides (Willd.) Presl (*Aspidium m.* (Willd.) Hk. Bk.). Sehr ansehnlicher Farn; B. an 0,6 m langem Stiele bis gegen 1 m lang, breit-oval, neben 1 Endfieder mit 6—8 Seitenfiedern, die am sterilen Blatte spitz-oval, meist ganzrandig und von lederiger Consistenz sind. Die Fiedern des fertilen Blattes dagegen bleiben erheblich kleiner und zeigen sich am Rande gewöhnlich etwas gekerbt. Die großen Sori stehen in mehreren Reihen einander dicht genähert und sich oft fast berührend. Indusium rund, von ansehnlicher Größe (Fig. 101, *C—E*). Nordbrasilisch-guaianische Provinz mit Einschluss von Trinidad (und Ostperu).

20. **Polybotrya** H. B. K. (*Acrostichi* sp. autt. et Hk. Bk., incl. *Arthrobotrya* J. Sm., *Botryothallus* Klotzsch, *Dorcapteris* Presl, *Ectoneura* Fée, *Granulina* Fée, *Lomagramme* Brack., *Nebroglossa* Presl, *Olfersia* Raddi pt., *Psomiocarpa* Presl, *Soromanes* Fée, *Teratophyllum* Mett. pt.). Sori auf besonderem, angeschwollenem, von den Adern ausgehendem Receptaculum inseriert, die Unterseite der Blattfläche völlig deckend, nur Rand und Rippe freilassend (Fig. 103, *A*). Indusium fehlend. — Rhizom meist kriechend. Blattstiel dem Rhizom ungegliedert angefügt. B. meist mehrfach gefiedert, dimorph. Sterile B.: Fiedern akroskop ± gefördert; Seitenadern einfach oder gegabelt. Fertile B.: Fiedern stark zusammengezogen. (Fig. 102—105).

Fig. 102. *Polybotrya appendiculata* (Willd.) Bl.: *A* Habitus, *B* sterile Fieder. (Original.)

7—8 Arten, alle tropisch, meist etwas isoliert von einander, so dass ihre Zusammengehörigkeit der Prüfung bedarf. Ebenso ist die Stellung der ganzen Gattung noch unsicher; es neigen zwar manche Formen sehr stark hinüber zu typischen *Aspidiinae* (vgl. *Polystichum adscendens*), doch sind die Beziehungen dazu noch näher zu untersuchen.

Sect. I. *Egenolfia* Schott. (als Gatt.). Adern frei. B. meist einfach-gefiedert. Fiedern ungegliedert angefügt. Zwischen den Blattkerben eine freie, borstenartige Fortsetzung der Adern (Fig. 102, *B*).

P. appendiculata (Willd.) Bl. Rhizom kurz, kriechend. Sterile B. mit 0,07—0,12 m langem Stiele und 0,15—0,5 m langer, kahler, an der Spitze oft viviparierender Spreite.

Fig. 103. *Polybotrya* H.B.K.: *A* schematischer Querschnitt eines fertilen Segmentes (von *P. osmundacea* H.B.K.); *B P. apiifolia* Hook.: Habitus; *C, D P. articulata* J. Sm.: Teil einer Fieder I.: *C* einer sterilen; *D* einer fertilen; *E—G P. cervina* (Sw.) Kaulf.: *E* sterile Fieder I.; *F* Teil einer fertilen Fieder I.; *G* Fieder II. (*A* nach Mettenius, *E—G* nach Baker in Flora Brasil., sonst Original.)

Fiedern jederseits 25—50, etwa 5 cm lang, $1^1/_2$ cm breit, ganzrandig oder in sehr verschiedenem Grade eingeschnitten. Fertile B. stark zusammengezogen (Fig. 102). — Sehr variabele Art, namentlich in den Dimensionen und dem Grade der Blattgliederung wechselnd. Schattige Wälder. Vorder- und Hinterindien, Malesien, gemein, mit vielen localen Varietäten.

Sect. II. *Psomiocarpa* Presl (als Gatt.). Adern frei. Sterile B. mehrfach-gefiedert.

Fiedern ungegliedert angefügt. Rhizom etwas knollenförmig verdickt. Zarte, höchstens 0,2 m hoch werdende Pflanze, von der Tracht einer *Aneimia* (Fig. 103 *B*).

Fig. 104. *Polybotrya osmundacea* H.B.K.: *A* Habitus; *B* sterile Fieder I.; *C* fertile Fieder II. (Original.)

P. apiifolia Hook. Sterile B. mit 5—7 cm langem, filzigem Stengel. Spreite 0,1—0,15 m im Durchmesser, dreieckig, dreifach-fiederspaltig, behaart, krautig. Fiedern II. in länglich-

rhombische Segmente geteilt. Fertile B. an 15—20 cm langem, kahlem Stiele, mit wenigen linealen, oft einfachen Fiedern, oft beiderseits mit Sporangien bedeckt. Luzon.

Sect. III. *Eupolybotrya* Christ. Adern frei. Sterile B. 1—4fach-gefiedert. Fiedern ungegliedert angefügt. Rhizom weithin kriechend, beschuppt. Kräftige, oft meterhohe Pflanzen des neotropischen Reiches.

P. osmundacea H.B.K. Stamm mit Haftwurzeln. Sterile B. an 0,15—0,5 m langem Stiele. Spreite 0,9—1,2 m lang, 0,1—0,9 m breit, lederig, kahl. Fiedern II. tief in ganzrandige oder gezähnte Segmente zerschnitten. Fertile Fiedern II. lineal, 5—7 cm lang, nur $^1/_4$ cm breit. Nach dem Grade der Blattzerteilung sehr variabel (Fig. 104). Kletterfarn in Urwäldern von Guatemala und Antillen bis Peru und Südbrasilien. — *P. Lechleriana* Mett. B. bedeutend feiner zerschnitten als vorige, ± von schmalen Spreuschuppen bedeckt. Schattige Stellen der Anden von Ecuador und Peru. Die schönste aller Polybotryen.

Sect. IV. *Teratophyllum* Mett. part. (*Arthrobotrya* J. Sm., *Botryothallus* Klotzsch). Adern frei. Sterile B. einfach- oder doppelt-gefiedert. Fiedern gegliedert angefügt. Rhizom weit kriechend, kahl. Paläotropisch.

P. articulata J. Sm. Sterile B. an 0,3 m langem Stiele. Spreite 0,3—0,8 m lang, 0,2 bis 0,3 m breit, dünn, krautig, an den Hauptadern kahl oder mit ovalen Schuppen besetzt. Fiedern I., resp. II. stark ungleichseitig, scharf gesägt. Fertile B. aufgebaut wie die sterilen, die Fiedern II. gestielt, stark zusammengezogen (Fig. 103 *C, D*). Epiphyt, von Celebes und den Philippinen durch Melanesien bis zu den Gesellschaftsinseln. Im Osten des Areales findet man die Fiedern I. einfach oder wiederum gefiedert oft auf demselben Stamme. Ebenso kommt dort eine Form mit entwickelterer (Sagenia-) Aderung vor (*Acrostichum polyphyllum* Hook., *Lomagramme* Brack.).

Sect. V. *Olfersia* Raddi part. (incl. *Dorcapteris* Presl). Adern gedrängt parallel, durch einen dicht am Rande laufenden Verbindungsstrang verbunden (Fig. 103 *E*.). Sterile B. einfach-, fertile doppelt- (seltener einfach-) gefiedert. Fertile Segmente oft beiderseits von Sporangien bedeckt (Fig. 103 *F, G*). Neotropisch.

P. cervina (Sw.) Kaulf. Rhizom kletternd, beschuppt. Sterile B. 0,3—0,5 m lang, gestielt, Spreite 0,6—1,2 m, einfach gefiedert, kahl. Fiedern jederseits 3—9, kaum gestielt, akroskop schwach gefördert. Fertile B. mit linealen Fiedern I., die meist in kurz cylindrische Fiedern II. zerteilt sind. Weit verbreitet durch die neotropischen Waldgebiete.

Sect. VI. *Soromanes* Fée. Adern benachbarter Gruppen häufig nach Art von *Cyclodium* anastomosierend (Fig. 105 *C*). Sterile B. einfach-, fertile doppelt-gefiedert. Fertile Segmente oft beiderseits von Sporangien bedeckt. Neotropisch.

P. Caenopteris (Kze.) Klotzsch. Habitus der vorigen, auch stark an *Cyclodium meniscioides* erinnernd. Sterile Fiedern ganz oder gezähnt, seltener fiederspaltig. — Wald-Epiphyt der Antillen, in Columbien, Venezuela, Nordostbrasilien.

Hierher mögen auch *Acrostichum* (*Gymopteris*) *polybotryoides* Bak., *A.* (*G.*) *suberectum* Bak. und *A.* (*G.*) *juglandifolium* Bak. aus Columbien gehören.

21. **Stenosemia** Presl (*Acrostichi* sp. autt. et Hk.Bk.). Sporangien von dem fast randständigen Receptaculum aus auf beide Blattseiten übergreifend. Indusium fehlend. — Blattstiel dem Rhizom ungegliedert angefügt. Spreite dreizählig gebaut, im Umriss drei- bis fünfeckig, fiederschnittig. Unterste Fiedern basiskop stark gefördert. Seitenadern der Segmente nach V. Sageniae nur 1—2 Maschen längs der Rippen bildend, sonst frei (Fig. 105, *B*).

2—3 Arten im malesischen Gebiete, im Habitus an *Aspidium* erinnernd.

S. aurita (Sw.) Presl. Rhizom kurz, beschuppt. B. mit 0,1—0,3 m langem Stiele. Sterile Spreite 0,2—0,3 m lang und ebenso breit, Endstück fiederspaltig, am Grunde keilförmig, die paarigen Fieder basiskop viel stärker entwickelt als akroskop: unterstes basiskopes Segment am größten und wiederum fiederspaltig. Fertile Spreite von gleichem Aufbau, aber bedeutend reduciert, Segmente lineal. (Fig. 105, *A*). Malesien, von Java ostwärts bis zu den Salomoninseln. — *S. Teysmannianum* Bak., oft dreifach größer als vorige, mit bedeutend stärker gegliederter Spreite. Auf Sumba von Teysmann gesammelt.

22. **Gymnopteris** Bernh. (*Anapausia* Presl, *Bolbitis* Schott, *Campium* Presl, *Cheilolepton* Fée, *Cyrtogonium* J. Sm., *Dendroglossa* Presl, *Euryostichum* Presl, *Heteroneuron* Fée, *Jenkinsia* Hook. & Bauer, *Leptochilus* Kaulf. pt., *Neurosoria* Kuhn, *Poecilopteris* Presl, *Acrostichi* sp. Hk.Bk.). Sori zuletzt die gesamte Unterseite der fertilen Blattteile bedeckend (Fig. 106, *C, F*). Indusium fehlend. — Rhizom meist kriechend.

B. gereiht. Blattstiel dem Rhizom ungegliedert angefügt. Spreite ungeteilt oder einfach gefiedert, fertile Spreite stark zusammengezogen. Aderung von *Aspidium*.

Gegen 30 Arten, meist Erdfarne der feuchten Tropenländer.

A. Sterile B. ungeteilt, meist ganzrandig (*Leptochilus* Kaulf. pt.): *G. variabilis* (Hook.) Bedd. Rhizom beschuppt. Sterile B. sitzend oder mit —0,1 m langem Stiele. Spreite allmählich in den Blattstiel verschmälert, etwa 0,3 m lang, 2—7 cm breit, ei-lanzettlich, spitz. Aderung deutlich. Textur meist häutig. Fertile B. länger gestielt, Spreite schmal, lineal, 4 mm breit (Fig. 106 *A*—*C*). Südindien, Osthimalaya, Hinterindien, Südchina, Malesien. Sehr variabele Art, von deren Varietäten besonders *G. lanceolata* (Hook.) Bedd. (mit sehr undeutlicher Adern) in den Waldungen des Westrandes Ostindiens verbreitet ist. Außerdem finden sich kleinblättrige Formen [*G. minor* (Mett.) Bedd.], dreilappige und fiederspaltige, sowie mancherlei andere Abnormitäten. — Eine epiphytische Form mit langem, gewundenem

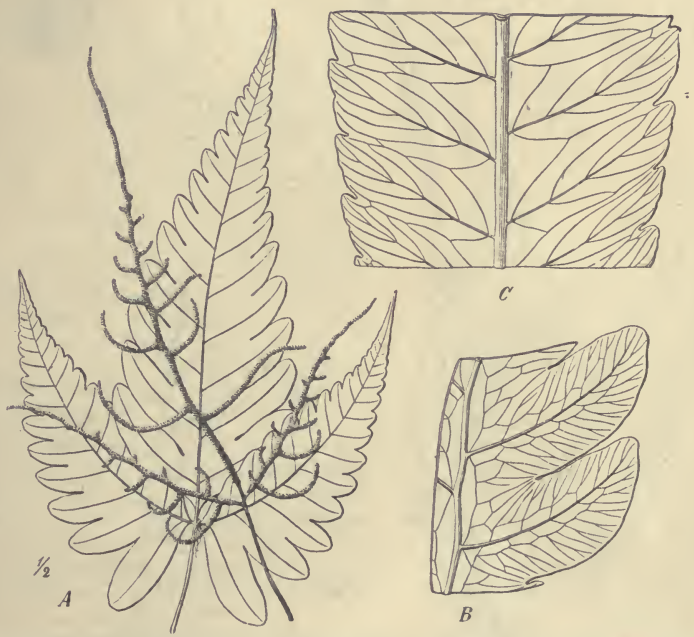


Fig. 105. *A*, *B Stenosemia aurita* (Sw.) Presl: *A* Habitus der B.; *B* Teil eines sterilen Segmentes mit Aderung. — *C Polybotrya Caenopteris* (Kze.) Klotzsch: Teil einer Fieder I. mit Aderung. (Original.)

Rhizom ist *G. axillaris* (Cav.) Presl. In den Urwäldern Hinterindiens und Malesiens auf hohe Bäume klimmend. — *G. metallica* Bedd. Sterile B. vollständig sitzend, 0,07 bis 0,15 m lang, von metallisch schimmerndem Blaugrün. Adern undeutlich. Fertile Spreiten nur im oberen Teile fructificierend. Felsen tiefer Urwälder Ceylons, bei 600 m. — *G. Wallii* Bak., von vorigen durch die linealen, sterilen Spreiten (0,2—0,25 m lang, kaum 8 mm breit) leicht zu unterscheiden. Felsschluchten Südceylons. — *G. gaboonensis* (Hook.) J. Sm. B. am Ende oft plötzlich zusammengezogen und an der Einschnürung eine Adventivknospe tragend. Urwälder Westafrikas.

B. Sterile B. tief fiederspaltig, seltener die unteren Paare frei.

Ba. Sterile B. dreilappig: *G. tricuspis* (Hook.) Bedd. Sterile B. mit 0,3 m langem, kahlem Stiele, 0,2—0,25 m lang, am Grunde 0,25—0,3 m breit. Segmente ganzrandig, das terminale etwas größer als die horizontal abstehenden Seitenlappen. Aderung deutlich. Fertile B. länger, Spreite stark zusammengezogen. Tropischer Sikkim-Himalaya. — **Bb.** B. 3—5lappig: *G. Harlandii* (Hook.) J. Sm. Blattstiel unten beschuppt. Hongkong, Formosa. — **Bc.** B. meist mehrlappig: *G. taccifolia* (Hook.) J. Sm. Blattstiel unten beschuppt. Spreite außerordentlich variabel, 0,15—0,5 m lang, ungeteilt bis 10paarig-fiederspaltig, durch die dünnhäutige Textur leicht von vorigen zu unterscheiden. Aderung deutlich. Philippinen.

— *G. Hollrungii* Kuhn. Deutsch-Neuguinea. — *G. neglecta* (Bak.) Diels. B. bis 1,2 m lang. Segmente jederseits zahlreich. Queensland.

C. Sterile Spreite gefiedert.

Ca. Außer der Endfieder jederseits nur 1 Seitenfieder: *G. quercifolia* (Retz.) Bernh. Rhizom sparsam beschuppt. Sterile B. mit 2—5 cm langem, dicht braunbeschupptem

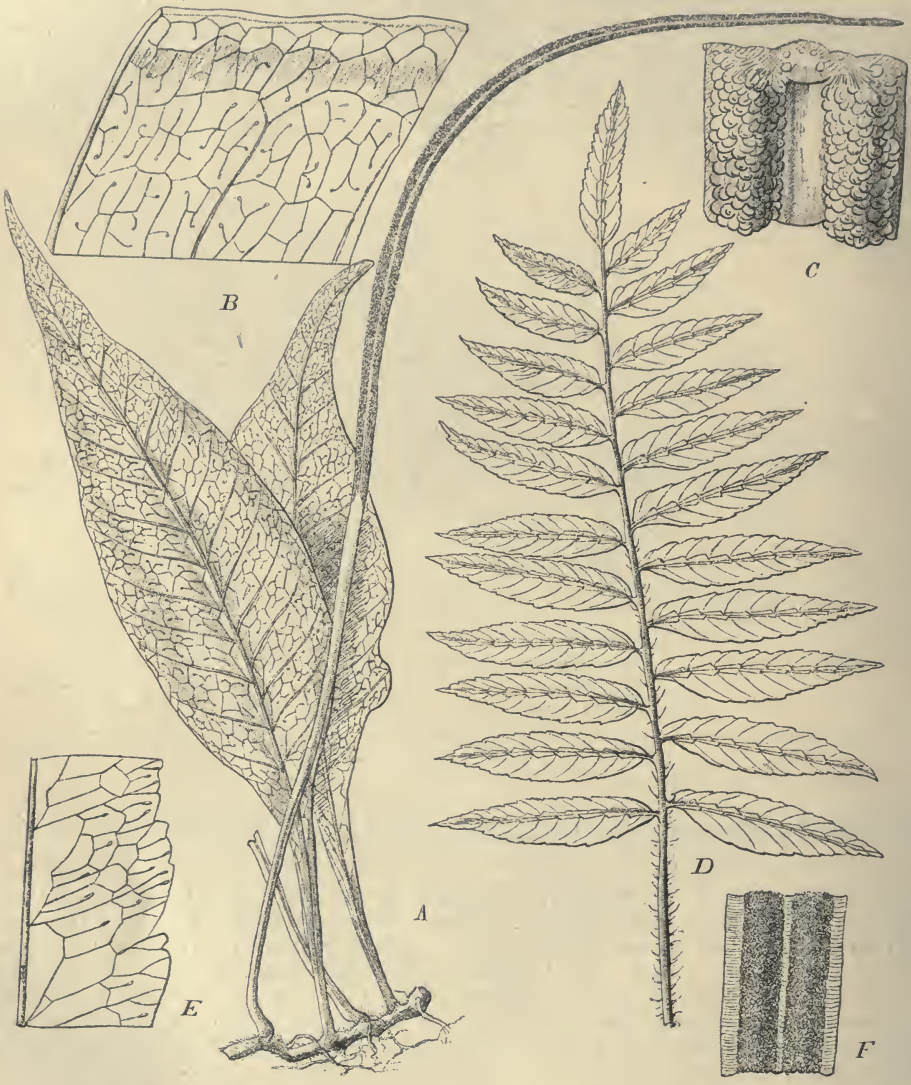


Fig. 106. *Gymnopteris* Bernh. *A—C G. variabilis* (Hook.) Bedd.: *A* Habitus; *B* Teil des sterilen B. mit Aderung; *C* Stück des fertilen B. mit Sporangien. — *D—F G. contaminans* (Wall.) Bedd.; *D* steriles B.; *E* Teil davon mit Aderung; *F* Teil des fertilen B. (*A—C* Original; *D—F* nach Beddome.)

Stiele. Spreite bis 0,1 m lang, krautig, beiderseits haarig, die Endfieder bei weitem am größten, gelappt; die paarigen Seitenfiedern klein, sitzend. Fertile B. von gleichem Aufbau, viel länger gestielt, die Spreiten schmal lineal. Südindien, Ceylon, Südchina, Indochina.

Cb. Jederseits mehrere Seitenfiedern. Schwierige Gruppe, die näherer Untersuchung bedarf.

Cbα. Endstück der sterilen B. gegenüber den Seitenfiedern stark gefördert, oft fiederspaltig. — **CbαI.** Endstück ganzrandig oder geschweift: *G. flagellifera* (Wall.) Bedd. (*Cyrtogonium* J. Sm. pt.). Sterile B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele. Spreite zuweilen einfach, sonst außer dem sehr großen, oft in eine lange, am Ende sprossende Spitze ausgezogenen Endstück 1—3 Fiedern jederseits enthaltend, bis 0,6 m lang, etwa 0,25 m breit. Fertile Spreite ± reduciert, vollständig oder nur zum Teil mit Soris bedeckt. Bergland West- und Südchinas, Osthimalaya, Hinterindien, durch Malesien bis zu den Salomonsinseln. Äußerst polymorphe Art. — **CbαII.** Endstück fiederspaltig: *G. repanda* (Bl.) Christ. Von voriger unterschieden durch größere Zahl der Fiedern, weniger häufig sprossendes Endstück und tief gelappte Seitenfiedern am sterilen Laube. Von Malesien nördlich bis Südchina und Boninsinseln, östlich bis Polynesien. Ferner auf den Seychellen. — *G. punctata* (L.) Christ (*Acrostichum punctulatum* (Sw.) Hk. Bk.), ähnlich, aber das Endstück kleiner, kaum sprossend, Seitenfiedern ganzrandig. Häufig Adventivknospen. Tropisches Afrika und Maskarenen. — *G. aliena* (Sw.) Presl, neotropischer Vertreter der vorigen, ganz ähnlich, doch die, übrigens sehr variabelen, sterilen Fiedern häufig tief fiederspaltig. Feuchte Urwälder in Mittelamerika und dem nördlichen Südamerika.

Cbβ. Endstück der sterilen B. gegenüber den Seitenfiedern kaum gefördert, meist ihnen gleich gestaltet. — **CbβI.** Fiedern länglich-elliptisch, etwa 4 mal länger als breit: *G. nicotianifolia* (Sw.) Presl. Rhizom weit kriechend. Sterile B. mit 0,4—0,6 m langem Stiele. Spreite 0,3—0,9 m lang, oft 0,3 m breit, kahl, schön grün. Aderung sehr entwickelt. Fertile Fiedern etwa 0,1 m lang, bis 2,5 cm breit. Wohnareal ungefähr das von *G. aliena* (Sw.) Presl: nördliche Neotropen. — **CbβII.** Fiedern schmal-länglich, mindestens 5 mal länger als breit. — 1. Fiedern der Spindel meist ungegliedert angefügt. Paläotropen. (*Acrostichum virens* Hk. Bk.). Die Synonymie dieser Gruppe in großer Confusion: *G. contaminans* (Wall.) Bedd. (*Acrostichum semicordatum* Bak. Syn. Fil. 422, *A. Blumeanum* Hook. Syn. Fil. 423 part., *Cheilolepton* Fée part.). Rhizom kurz kriechend. Sterile B. an 0,2 m langem Stiele, Spreite bis 0,5 m lang, krautig. Fiedern jederseits 11—30, ganzrandig bis gekerbt oder fiederspaltig mit gesägten Lappen, die Endfieder oft sprossend. Seitenadern II. ziemlich entfernt stehend; blinde Aderchen wenig zahlreich (Fig. 106 *D—F*). Südliches Vorderindien, Ceylon, Birma, gemein. Nach Christ auch Westafrika. — *G. subcrenata* (Hook. & Grev.) Bedd., mit weniger und größeren, etwas gestielten Fiedern; Seitenadern II. viel dichter, die ganze Aderung an *Nephrodium* § *Meniscium* erinnernd. Südindien, Ceylon. — *G. costata* (Wall.) Bedd. Meist größer als vorige. Sterile B. mit 0,5 m langem Stiele und 0,5—0,7 m langer, fester Spreite. Fiedern oft 0,3 m lang, gestielt, ganzrandig oder starr gezähnt. Seitenadern II. gedrängt, sehr deutlich sichtbar (Fig. 107). Am Fuße des Himalaya, von Nepal ostwärts, Birma. — *G. Heudelotii* Bory, Gross. Sterile B. mit 0,3 m langem Stiele, 0,7 m langer, kahler Spreite. Fiedern zahlreich, sitzend, ganzrandig. Adernetz ein enges Maschenwerk. Waldgebiete des tropischen Afrika. — Von abnormen Formen dieses Kreises wurde eine Pflanze mit randständiger Fructification an gewellten Fiedern als *Jenkinsia* in Hook. & Bauer Gen. Fil. abgebildet. — 2. Fiedern der Spindel gegliedert angefügt. Neotropen (*Cyrtogonium* J. Sm.): *G. serratifolia* (Mert.) Diels. Rhizom kurz kriechend, oft fingerdick. Sterile B. mit 0,3—0,4 m langem Stiele. Spreite 0,3—0,45 m lang, von dünner Textur. Fiedern ± gekerbt-gelappt, am Grunde schief-keilförmig. Urwälder des tropischen Südamerika. — *G. scandens* (Raddi) Christ (*Acrostichum Raddianum* Kze., Hk. Bk.). Rhizom kletternd. Sterile B. meist kleiner als bei voriger, ihr Stiel 0,15 m, die Spreite ebenfalls kürzer, oft von festerer Textur. Urwald-Epiphyt des nordöstlichen Südamerika. — *G. Bernoullii* Kuhn, nicht kletternd, Rhizom aufrecht. Viele blinde Äderchen. Mittelamerika.

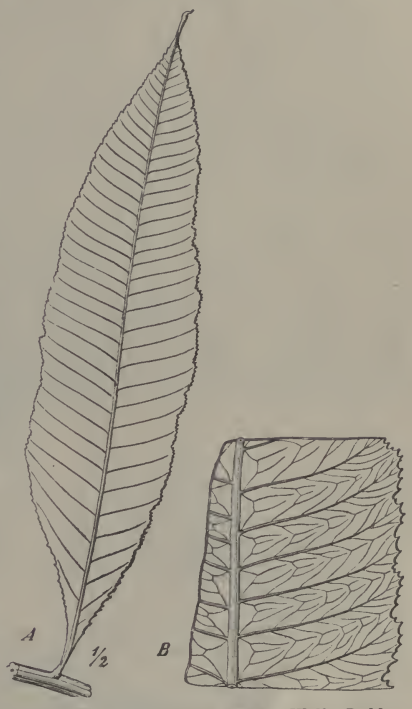


Fig. 107. *Gymnopteris costata* (Wall.) Bedd.: *A* Fieder 1; *B* Teil davon mit Aderung. (Original.)

Fossile *Aspidiinae* sind namentlich aus der Verwandtschaft der Gattungen *Nephrodium* und *Aspidium* und zu ihnen gehörig aus dem Miocän angegeben worden; und in der That erinnern eine Anzahl der Reste habituell in ihren sterilen und fertilen Teilen, deren Sporangien jedoch nicht genügend erhalten sind, dermaßen an eine Anzahl recenter Arten, dass die systematische Unterbringung der Fossilien vielfach richtig sein dürfte. (H. Potonié).

II. 2. Aspidieae-Dipteridinae.

Indusium fehlend. Aderung dichotom.

23. **Dipteris** Reinw. (*Polypodii* sp. autt., Hk.Bk.). Sori zahlreich, klein, meist regellos zerstreut, ± terminal auf den letzten Aderzweigen. Indusium fehlend. Paraphysen vorhanden. (Fig. 108, *D*). — Rhizom kriechend. B. gereiht. Stiel nicht vom

Fig. 108. *Dipteris* Reinw.: *A—C D. conjugata* (Kaulf.) Reinw.: *A* Blatt einer erwachsenen Pflanze; *B* Junge Pflanze Habitus; *C* Teil eines fertilen B. mit Aderung und Soris; *D* Sporangien und Paraphysen, vergrößert. — *E D. Lobbiana* (Hook.) Moore: Teil eines fertilen Segmentes mit Aderung und Soris. (*A*, *C*, *D* nach Kunze; *B*, *E* Original.)

Rhizom abgegliedert, ansehnlich lang. Spreite fächerförmig, das Grundgerüst rein dichotom gebaut (Fig. 108), in zwei von Grund aus getrennte Hälften zerfallend, die wiederum dichotomisch gelappt oder zerteilt sind. Hauptrippen 2—3 mal gegabelt. Seitenadern quer dazu gerichtet, durch Anastomose viereckige Maschen bildend, die wiederum Maschen II. und III. enthalten. In den Maschen letzten Grades auch blinde Äderchen (Fig. 108, *E*).

Große Erdfarne der indomalesischen Tropengebiete, etwa 4 Arten.

Die Stellung der bisher stets in der Nachbarschaft von *Polypodium* behandelten Gattung läßt sich vorläufig kaum definitiv entscheiden. Auf jeden Fall liegt ein isolierter Typus vor, der aber in seinen vegetativen Merkmalen mehr mit den *Aspidieae* gemein hat als mit den meisten übrigen Gruppen.

A. Blatthälften gelappt. — **Aa.** Lappen ganzrandig: *D. Wallichii* (R. Br.) Moore, Rhizom schwarz beschuppt. B. mit 0,3—0,8 m langem Stiele, Spreite 0,3—0,8 m lang, 0,5—1 m breit, lederig, oberseits dunkelgrün, unterseits rostfarben oder bläulichweiß; ihre Hälften tief gabel-lappig, die letzten Segmente 0,15—0,25 m lang. Aderung unterseits stark vortretend. Sori unregelmäßig, doch vorwiegend in der Nähe der Hauptrippen angeordnet. Waldsümpfe in der Nordostecke Vorderindiens, von der Ebene bis zu 1200 m in den Khasiabergen. — **Ab.** Lappen ± scharf gezähnt: *D. conjugata* (Kaulf.) Reinw. (*Polypodium Dipteris* Bl., *P. Horsfieldii* R. Br.) von den Dimensionen der vorigen, verschieden durch meist schmälere Lappen mit scharfgezähntem Rande, die stark bläulich-bereifte Unterseite des Blattes und noch kleinere Sori (Fig. 108, *A*—*C*). Von Malakka durch Malesien bis Formosa, Neukaledonien, Fijiinseln und Samoa.

B. Blatthälften zerteilt: *D. quinquefurcata* (Bak.) Christ. Segmente lineal, 2 cm breit. Jederseits der Hauptrippe eine Reihe großer Maschen, deren jede 7—12 Sori trägt. Nordborneo. — *D. Lobbiana* (Hook.) Moore (*Polypodium bifurcatum* Bak.). B. an 0,3—0,4 m langem Stiele, Spreite 0,2—0,3 m lang, noch stärker reduciert als bei voriger. Segmente 0,1—0,2 m lang, kaum 1 cm breit, ganzrandig, spitz, starr lederig. Hauptrippen stark vortretend, jederseits von einer Reihe größerer Maschen begleitet, deren jede 1—2 oft zusammenfließende Sori birgt (Fig. 108, *E*). Südspitze Malakkas am Ophir, Borneo, Nord-Celebes.

III. Oleandreae.

Sori auf den Adern dorsal, etwas seitlich gewandt, meist nahe am Grunde der Adern. Receptaculum schmal lineal. Indusium nierenförmig, schief gewandt. Sporen länglich-nierenförmig. — B. gegliedert dem Rhizome angefügt. Spreite ungeteilt, lanzettlich. Adern parallel, gedrängt, gegabelt, oft dem Rande zu anastomosierend.

24. Oleandra.

Die Isolierung dieser schon habituell ausgezeichneten Gruppe scheint mir vorläufig geraten, da bei Berücksichtigung der Blattstiel-Gliederung und der eigentümlichen Stellung der Sori, sowie ihres Indusiums eine nähere Verwandtschaft zu irgend einer der übrigen Tribus mit Sicherheit nicht begründet werden kann.

24. **Oleandra** Cav. (*Newronia* Don, *Ophiopteris* Reinw.). Sori dorsal, rund, unweit der Costa, auf der Ader rückenständig. Indusium nierenförmig oder kreisrund. Sporen länglich, mit 1 Längsleiste. — Stamm meist kriechend. B. mit gegliedertem Stiele (mit einem halbcylindrischen Leitbündel) und lanzettlicher, ungeteilter, ganzrandiger Spreite. Adern frei oder durch eine Randlinie verbunden, gegabelt, gedrängt (Fig. 109).

Die Verbreitung der Gattung (mit 5—10 Arten) erstreckt sich über alle Tropengebiete.

Die früher in viele Arten zersplitterte Gattung wurde von Mettenius (in Miquel's Ann. Mus. B. Lugd. Bat. I. 240) nach dem Wachtumsmodus in drei Sectionen zerlegt; die beiden wesentlichen Gegensätze davon benutzt auch folgende Übersicht. Ob sie aber systematischen Wert besitzen, erscheint recht fraglich; bei den heute vorliegenden Kenntnissen dürfte eine natürliche Gliederung des Genus noch großen Schwierigkeiten begegnen.

A. Rhizom horizontal kriechend, B. zweizeilig, gleichartig entwickelt: *O. nodosa* Presl, Stamm wagerecht kriechend, dicht beschuppt. B. zerstreut, mit nahe dem Grunde gegliedertem Stiele und 0,15—0,3 m langer, beiderseits glänzender Spreite. Sori in der inneren Blatthälfte regellos zerstreut. Antillen, Guatemala, Guiana. In Cultur.

B. Rhizom kletternd. B. mehrzeilig, doch nur zum Teil entwickelt: — *O. neriiformis* Cav. Stamm holzig, meist aufrecht, verzweigt, angedrückt-beschuppt, 1 bis 2 m hoch. B. zerstreut, gegenständig oder in Quirlen, mit unter der Mitte gegliedertem Stiele und 0,15—0,5 m langer, kahler Spreite (Fig. 109, *A*, *B*). Epiphytisch oder terrestrisch, oft undurchdringliche Dickichte bildend. Tropisches Südamerika und durch die ganzen Paläotropen.

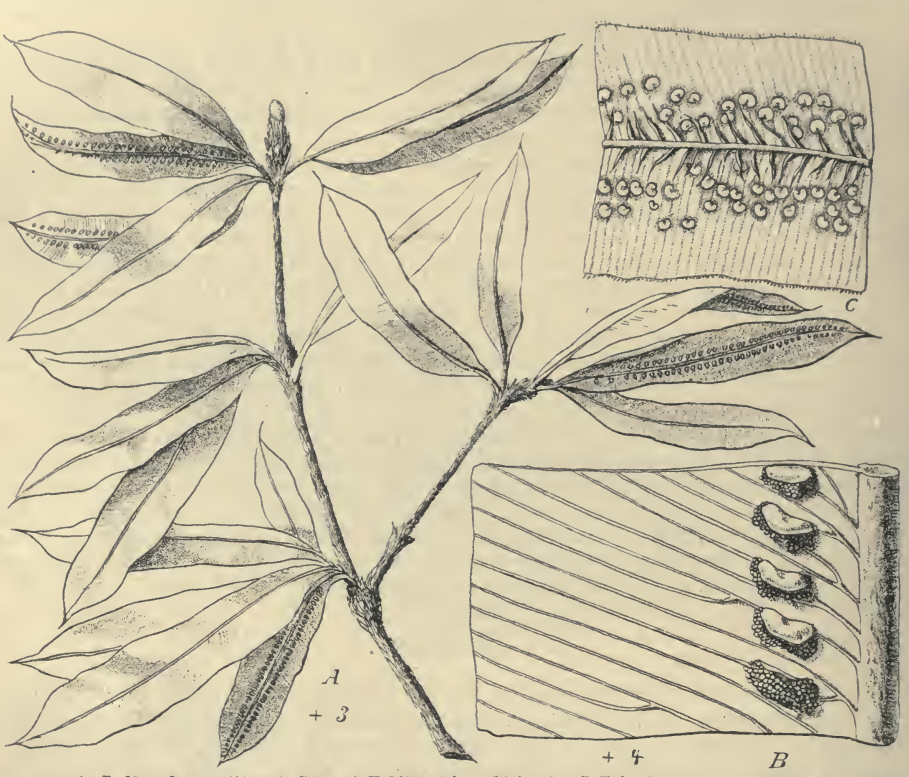


Fig. 109. *A*, *B Oleandra neriiformis* Cav.: *A* Habitus (1/3 verkleinert); *B* Teil eines B. mit Aderung und Soris. — *C O. Whitmeei* Bak.: Teil eines B. mit Aderung und Soris. (*A*, *B* Original; *C* nach Baker.)

Typus einer sehr polymorphen Kette eng verwandter Formen, zwischen denen keine bestimmten Grenzen existieren. Z. B. *O. articulata* Cav., besonders in Afrika verbreitet, besitzt unterseits spreuschuppige Mittelrippe, *O. Cumingii* J. Sm. (trop. Asien) ist beiderseits kurz behaart, *O. Whitmeei* Bak. (Celebes, Samoa) fällt auf durch große, regelmäßig wagerecht von der Mittelrippe abstehende Spreuschuppen (Fig. 109, *C*).

IV. Davallieae.

Receptaculum mit oder ohne eigene Tracheïden. Sorus terminal, randständig oder nahe dem Rande. Indusium extrors, selten fehlend. Blattrand häufig umgeschlagen und modificiert. — B. ungegliedert oder gegliedert dem Rhizome angefügt. Spreite meist mindestens einfach-gefiedert. Segmente akroskop ± gefördert.

A. B. selten ungeteilt, meist gefiedert. Fiedern schief dreieckig: die basiskope Hälfte zwar kleiner als die akroskope, doch deutlich entwickelt. Indument oft aus Spreuhaaren bestehend.

a. Sori meist nicht zusammenfließend; daher das gleich gestaltete Indusium getrennt.

α. Indusium nur am Grunde befestigt.

I. Fiedern gegliedert der Spindel angefügt.

1. B. gegliedert dem Rhizome angefügt . . . . . **25. Arthropteris.**

2. B. ungegliedert dem Rhizome angefügt. . . . . **26. Nephrolepis.**

II. Fiedern ungegliedert der Spindel angefügt.
1. B. gegliedert dem Rhizome angefügt. Spreuschuppen . . . **27. Humata.**
2. B. ungegliedert dem Rhizome angefügt.
* Spreuschuppen . . . . . **28. Saccoloma.**
** Spreuhaare.
† Indusium breit angewachsen . . . . . **29. Diellia.**
†† Indusium nur der Ader angewachsen. . . . . **30. Leptolepia.**
β. Indusium an drei Seiten angewachsen.
I. B. gegliedert dem Rhizome angefügt. Spreuschuppen . . . . **31. Davallia.**
II. B. ungegliedert dem Rhizome angefügt. Spreuhaare.
1. Randlappen wenig modificiert, länger als das Indusium, beide verwachsen.
* Sorus mit tracheïdenführendem Receptaculum. B. zweizeilig **32. Microlepia.**
** Sorus ohne tracheïdenführendes Receptaculum. B. gebüschelt. Sporen länglich.
† Leitbündel am Grunde des Blattstiels 1 . . . . . **33. Odontosoria.**
†† Leitbündel am Grunde des Blattstiels 2 . . . . . **34. Wibelia.**
2. Randlappen modificiert, so lang als das Indusium, beide verwachsen zu einem deutlich abgesetzten Behälter. Spreuhaare . . . . **35. Dennstaedtia.**
γ. Indusium fehlend. Spreuhaare . . . . . **36. Monachosorum.**
b. Sori oft zusammenfließend, die gleichgestalteten Indusien daher langgestreckt zusammenhängend.
α. Sori intramarginal. Adern frei oder Maschen bildend, aber keine blinde Äderchen **37. Schizoloma.**
β. Sori völlig randständig. Blinde Äderchen . . . . . **38. Dictyoxiphium.**
B. Fiedern einseitig: die basiskope Hälfte kaum entwickelt. Spreuhaare . **39. Lindsaya.**

Litteratur: Kuhn, M.: Die Gruppe der Chaetopterides unter den Polypodiaceen. Berlin 1882. — Prantl, K.: Das System der Farne. 3. Die Gattungen und Arten der Dennstaedtiinae. Arbeit. k. Bot. Garten Breslau I, 18ff.

Diese Gruppe bedarf von allen am dringendsten einer näheren Bearbeitung. Die Unterscheidung der Genera ruht auf ganz unsicherer Grundlage. Die Grenzen zwischen den Gattungen sind nur schwach ausgeprägt; viele Angaben, die zur Trennung benutzt werden, erfordern Bestätigung. Namentlich aber wäre eine entwickelungsgeschichtliche Untersuchung der so verschiedenartigen Indusiumformen sehr erwünscht, da in dieser Hinsicht erst wenig Positives vorliegt.

25. **Arthropteris** J. Sm. pt. Sori punktförmig, terminal an Tertiäradern. Indusium nierenförmig, verkümmert oder fehlend. — Rhizom kletternd. B. gereiht. Blattstiel am Rhizom oder auch höher hinauf gegliedert. Spreite gefiedert. Fiedern der Spindel gegliedert angefügt, ganzrandig bis fiederspaltig, beim Trocknen leicht schwarz werdend. Seitenadern einfach oder gegabelt, frei, oberseits am Ende Kalk ausscheidend (Fig. 110).

3 epiphytische Arten, 2 paläotropisch, 1 auf Juan Fernandez.

Dieses Genus enthält in J. Smith's Fassung wohl einige fremde Elemente, nach deren Entfernung ich für nachstehende Gruppe trotz der eigentümlichen Verbreitung wirkliche Verwandtschaft annehmen zu können glaube.

A. Fiedern ohne akroskopes Öhrchen; auch die basiskope Seite gut entwickelt: *A. tenella* (Forst) J. Sm. (*Polypodium t.* Forst, Hk.Bk.). Rhizom im Alter kahl. B. mit 5—7 cm langem Stiele; Spreite 0,3—0,6 m lang, bis 0,1 m breit, von zartem Bau, hängend, beiderseits kahl, glänzend grün. Fiedern 5—7 cm lang, etwa 1,2 cm breit. Indusium fehlend (Fig. 110, *A, B*). Epiphytisch hohe Bäume erklimmend. Ostaustralien, Neucaledonien, Norfolk, Lord Howe-Insel, Neuseeland südlich bis Banks Peninsula.

B. Fiedern mit akroskopem Öhrchen; die basiskope Seite bedeutend schwächer als die akroskope entwickelt: *A. ramosa* (Beauv.) J. Sm. (*Nephrodium obliteratum* R. Br., *Nephrolepis r.* Hk.Bk.). B. mit 2 cm langem Stiele, zart. Spreite 0,15—0,3 m lang. Fiedern schwach gekerbt, etwa 4 cm lang, 1 cm breit, beiderseits etwas behaart. Indusium herzförmig, sehr zart und vergänglich (Fig. 110, *C*). In Waldungen »oft ganze Stämme umspinnend«. Weitverbreitet in den feuchteren Paläotropenländern, in Vorderindien fehlend. — *A. altescandens* (Colla) J. Sm. (*Nephrolepis a.* Hk.Bk.), voriger ähnlich, doch die Fiedern etwas consistenter und tiefer eingeschnitten (Fig. 110, *D*). Juan Fernandez.

26. **Nephrolepis** Schott (incl. *Isoloma* J. Sm. pt., *Lepidoneuron* Fée, *Leptopleura* Presl). Sori ± terminal, in 1 Reihe parallel zur Rippe angeordnet, bisweilen zusammenfließend.

Indusium kreis- oder nierenförmig, central oder seitlich angeheftet, bei randständiger Fructification mit dem Randlappen zusammen oft eine becherartige Hülle um den Sorus bildend (Fig. 111). Sporen länglich, mit einer Längsleiste besetzt. — Rhizom aufrecht, mit oft knolligen Ausläufern (vgl. Lachmann in Compt. rend. Paris CI, 603 ff., Trécul ebenda 915 ff.) versehen. B. gebüschelt. Blattstiel dem Rhizom ungegliedert

Fig. 110. *Arthropteris* J. Sm. pt.: *A*, *B A. tenella* (Forst.) J. Sm.: *A* Habitus; *B* Fieder. — *C A. ramosa* (Beauv.) J. Sm.: Fieder. — *D A. altescandens* (Colla) J. Sm.: Fieder. (Original.)

angefügt, meist von 3 Leitbündeln durchzogen. Spreite mit langdauerndem Wachstum begabt, einfach-gefiedert. Fiedern ungeteilt, sitzend, gegliedert der Spindel angefügt, lineal bis länglich, akroskop gefördert. Seidenadern gegabelt, frei, am Ende keulig angeschwollen und oberseits dort Kalk ausscheidend (Fig. 111, *C*).

Etwa 10 Arten, 3 davon über die gesamten Tropen und die westpacifischen Subtropen verbreitet, die übrigen paläotropisch.

Habituell gut geschlossene, aber wegen der großen Mannigfaltigkeit der Fructification und Indusiumbildung schwierig abzugrenzende Gattung.

A. (*Isoloma* J. Sm.) Sori in zusammenhängender Linie randständig: *N. acutifolia* Desv. (*Lindsaya lanuginosa* Wall., Hk.Bk.). Rhizom kriechend. B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,3—0,6 m langer, bis 0,1 m breiter Spreite. Fertile Fiedern spitz, sterile stumpf. Spindel behaart. Im paläotropischen Reiche vielfach, doch Vorderindien fehlend.

B. Sori getrennt, vom Rande entfernt (Fig. 111, *E*). — **Ba.** Indusium nierenförmig, an der Bucht breit angewachsen. — **Baα.** Indusium am Grunde leicht ausgerandet, fest: *N. cordifolia* (L.) Presl (*N. tuberosa* (Bory) Presl) Rhizom aufrecht oder schief, mit Ausläufern, welche oft schuppige Knollen (Fig. 111, *A*) erzeugen. B. gebüschelt, mit 0,02—0,1 m langem

Stiele und 0,3—0,6 m langer, bis 5 cm breiter Spreite. Spindel schuppig. Fiedern dicht genähert, ganzrandig oder gekerbt, vorn stumpf; am basiskopen Grunde gerundet oder herzförmig, fast kahl. Sori in der Mitte zwischen Rippe und Rand (Fig. 111, *A—C*). In den feuchtwarmen Ländern sehr verbreitet, oft epiphytisch; von den Antillen bis Peru, von Japan bis Neuseeland, im tropischen Afrika. In Sikkim werden die Knollen gekocht von den Eingeborenen als Nahrungsmittel verwertet. — *N. pectinata* Schott unterscheidet sich durch Mangel der Knollen, kahle Spindel, am Grunde gestutzte Fiedern und führt nur 1 Leitbündel im Blattstiele. — **Aaβ.** Indusium am Grunde tief ausgerandet, häutig: *N. exaltata* Schott. Habitus der vorigen. B. länger gestielt, bedeutend breiter. Spindel kahl. Fiedern spitz. Sori dem

Fig. 111. *Nephrolepis* Schott: *A—C, E N. cordifolia* (L.) Presl: *A* Ausläufer mit Knollen; *B, C* Teile eines Blattes (umgekehrt): *B* Unterseite; *C* Oberseite; *E* Teil einer Fieder mit Aderung und Soris. — *D N. davallioides* (Sw.) Kze.: Teil der Hälfte einer Fieder mit Aderung und Soris. (*A* nach Fée; *D* nach Mettenius, sonst Original.)

Rande nahe. Verbreitung ebenso umfassend wie die von *N. cordifolia*. Häufig cultiviert. — *N. volubilis* J. Sm. Rhizom drahtförmig, weit kletternd. Sonst voriger ziemlich entsprechend. Vom Ost-Himalaya durch Hinterindien und Malesien nach Neuguinea. — **Bb.** Indusium kreisnierenförmig, meist nur an einem Punkte angewachsen: *N. acuta* (Schk.) Presl. Habitus von *N. acutifolia* Desv. B. mit 0,1—0,2 m langem Stiele und 0,3—1,5 m langer, bis 0,3 m breiter, etwas lederiger, meist kahler Spreite. Areal ebenso weit wie bei *N. cordifolia*. Im paläotropischen Reiche kommen mitunter reichlicher behaarte Formen vor.

C. Sori getrennt, am Rücken der Zähne randständig (Fig. 111, *D*). — **Ca.** Indusium kürzer als der fertile Zahn: *N. davallioides* (Sw.) Kze. B. gebüschelt, mit 0,3 m langem Stiele und 0,6—1 m langer, etwa 0,3 m breiter Spreite. Untere Fiedern steril, spitz, eingeschnitten gekerbt, obere fertile schmäler und tiefer gelappt; jedes Segment mit 1 Sorus. Indusium nierenförmig (Fig. 111, *D*). Malesien. — *N. floccigera* Moore sehr ähnlich, doch die

fertilen Fiedern weniger stark eingeschnitten. Java, Celebes. — **Cb.** Indusium so lang als der modificierte fertile Zahn und mit ihm zusammen eine becherartige Hülle bildend: *N. abrupta* (Bory) Mett. (*Leptopleura* Presl, *Dicksonia a.* Hk.Bk.) Tracht von *N. cordifolia.* Réunion. — *N. dicksonioides* Christ größer als vorige, oberste und unterste Fiedern steril, mittlere fructificierend. Celebes.

Nutzen: Alle Arten sind wertvolle Zierpflanzen des Farnhauses.

27. **Humata** Cav. (incl. *Acrophorus* Moore pt., *Leucostegia* Presl pt., *Pachypleuria* Presl, *Pteroneuron* Fée — *Davalliae* sp. Hk.Bk.). Sori terminal innerhalb des Randes,

Fig. 112. *Humata* Cav.: *A*, *B H. Gaimardiana* (Gaud.) J. Sm.: *A* Habitus; *B* Teil einer Fieder I. mit Aderung und Soris. — *C*, *D H. botrychioides* (Brack.) J. Sm.: Segmente II.: *C* steriles; *D* fertiles. — *E H. immersa* (Wall.) Diels: fertiles Segment II. — *F*, *G H. Hookeri* (Moore) Diels: *F* sterile Fieder; *G* fertile Segmente. — *H H. Kingii* (Bak.) Diels: fertiles Segment. (*C*, *D* nach Hooker; *F*, *G*, *H* nach Baker, sonst Original.)

kugelig oder verlängert. Indusium meist kreisrund bis nierenförmig, mit breiter Basis angewachsen, an den Seiten frei (Fig. 112, *B*). Receptaculum punktförmig. — Rhizom kriechend, beschuppt. B. zerstreut, gegliedert dem Rhizome angefügt. Spreite meist ein- bis mehrfach gefiedert. Indument aus Schuppen bestehend.

Gegen 20 Species, sehr viele davon Epiphyten, ausschließlich paläotropisch, die Hauptmasse der Species den Ost-Paläotropen und ihren Randgebieten angehörig und dort in den Hochgebirgen auch die gemäßigten Regionen erreichend.

Die Abgrenzung gegen mehrere verwandte Gattungen ist noch unsicher; so namentlich gegen *Diellia*.

Sect. I. *Euhumata* Diels.

Indusium ± lederig.

Epiphyten der malesischen Provinz und ihrer Randgebiete.

A. Sterile B. ungeteilt, ganzrandig oder am Grunde etwas gelappt: *H. heterophylla* (Desv.) Sm. Rhizom weit kriechend, beschuppt. B. mit kurzem Stiele und 0,1—0,15 m langer, lederiger, kahler Spreite. Sterile Spreite ganzrandig, fertile buchtig-fiederspaltig. Malesien und ostwärts bis zu Fiji und Samoa. Zeigt oft an demselben Rhizome einen bedeutenden Formenwechsel des Laubes.

B. Sterile B. tief-fiederspaltig.

Ba. Unterste Segmente kaum größer als die folgenden. — **Baα.** B. kurzgestielt: *H. sessilifolia* (Bl.) J. Sm. Rhizom sehr lang, abstehend beschuppt. B. nur 0,05—0,1 m lang, bis 4 cm breit, tief fiederschnittig mit linealen Segmenten. Sori in zwei Reihen zwischen Rippe und Rand. Malesien und ostwärts bis zu den Fiji-Inseln. — **Baβ.** B. lang gestielt: *H. Gaimardiana* (Gaud.) J. Sm. (*Pachypleuria* Presl, *Davallia parallela* Wall. incl. *D. pectinata* Sm.). B. mit 0,05—0,1 m langem Stiele und 0,1—0,2 m langer Spreite, deren Tracht an *Polypodium vulgare* erinnert. Sori schief gestellt, in einer Reihe zwischen Rippe und Rand (Fig. 112, *A*, *B*). Malesien bis Polynesien. — **Bb.** Unterste Segmente bedeutend größer als die folgenden, meist basiskop stark gefördert. — **Bbα.** Segmente II. höchstens an der Spitze gezähnt. *H. repens* (L.) J. Sm. (*Davallia pedata* Sm.) B. mit 0,05—0,1 m langem Stiele und ebenso langer, dreieckiger, lederiger Spreite. In den feuchteren paläotropischen Gebieten von den Maskarenen durch Indien und Malesien nach Südchina und Nordaustralien. — **Bbβ.** Segmente II. tief eingeschnitten. Polymorphe, schwierig zu gliedernde Gruppe des asiatischen Monsungebietes: **I.** B. kaum dimorph: z. B. *H. Tyermanni* Moore. Habituell an *D. bullata* erinnernd. China; — ferner *H. vestita* (Bl.) J. Sm. lang gestielte, feiner eingeschnittene Form Ceylons, Javas und Neuguineas. — *H. alpina* (Bl.) J. Sm. wohl nur kleinere, feiner zerteilte Form von *H. repens*, deren Areal sie teilt. — *H. pusilla* (Mett.) J. Sm. die kleinste aller Davallieen, B. oft nur 5 cm hoch, zierlicher Epiphyt Melanesiens von Neuguinea bis Neukaledonien. — *H. parvula* (Wall.) J. Sm. voriger ähnlich. B. mit höchstens 0,05 m langem Stiele und kleiner dreieckiger Spreite. Segmente fadenförmig. Malakka. Borneo. Celebes. — **II.** B. ausgeprägt dimorph: *H. botrychioides* (Brack.) J. Sm. (Fig. 112, *C*, *D*), Celebes, Polynesien von den Neuen Hebriden zu den Gesellschaftsinseln.

Sect. II. *Leucostegia* Presl (als Gatt.; *Acrophorus* Moore pt.) Indusium dünn-häutig. B. mindestens doppelt-fiederspaltig.

A. Indusium kreisrund bis nierenförmig.

Aa. B. oval bis schmal-dreieckig. Unterste Fiedern kaum länger als die folgenden. Segmente II. gezähnt: *H. membranulosa* (Wall.) Diels. Rhizom weitkriechend, mit blassbraunen, lanzettlich-pfriemlichen Schuppen besetzt. B. mit 0,1 m langem Stiele und 0,15—0,3 m langer, lanzettlicher, dünnkrautiger Spreite. Himalaya von Nepal ostwärts bis Yünnan. — *H. micans* (Mett.) Diels (*Davallia assamica* (Bedd.) Bak.) voriger ähnlich, doch die Rhizomschuppen größer, breiter, silberig-braun. Textur des B. mehr lederig. Gebirge von Bhutan ostwärts.

Ab. B. dreieckig. Untere Fiedern länger als die folgenden. Segmente II. mindestens tief fiederspaltig. — **Abα.** Rhizom unterirdisch. Segmente III. breit, abgestutzt: *H. immersa* (Wall.) Diels (*Leucostegia* Presl) Rhizom weitkriechend. B. mit 0,1—0,2 m langem Stiele und 0,3—0,5 m langer, dreieckiger zartkrautiger Spreite. Segmente III. in gekerbte Läppchen geschnitten. (Fig. 112, *E*). Bergland Indiens und Malesiens. — **Abβ.** Rhizom meist an Felsen oder Bäumen. Segmente III. schmäler, nicht gestutzt. — **Abβ I.** Rhizomschuppen eilanzettlich, groß: *H. multidentata* (Wall.) Diels. Rhizomschuppen zugespitzt. B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,6—0,9 m langer, 0,3 m breiter krautiger Spreite. Osthimalaya, nördliches Hinterindien. — *H. pulchra* (Don) Diels (*Davallia choerophylla* Wall.) Rhizomschuppen breit, stumpf. Im übrigen voriger sehr ähnlich, aber weiter verbreitet: außer Osthimalaya und Hinterindien auch gemein auf den Gebirgen Südindiens und Ceylons. — *H. Hookeri* (Moore) Diels (*Davallia Clarkei* Bak.) Bedeutend kleiner als vorige: B. mit 0,07—0,15 m langem Stiele und 0,07—0,2 m langer, häutiger, kahler Spreite. Indusium häutig, zart, vielleicht zuweilen fehlend (*Polypodium dareaeforme* autt., wenigstens pt.; das Verhältnis beider Formen bedarf der Untersuchung!)

(Fig. 112, *F, G*). Himalaya von 2500—4000 m, neuerdings auch in Westchina gefunden. *H. pulcherrima* (Bak.) Diels. Gebirge Südchinas. — **Abβ II.** Rhizomschuppen schmal, oft lineal. *D. ferulacea* Moore B. mit 0,15—0,25 m langem Stiele und 0,15—0,5 m langer, äußerst fein zerteilter, dünn krautiger Spreite. Eleganteste Art der Gattung. Fiji. — ?*H. Mannii* (Eat.) Diels B. ebenfalls sehr fein zerteilt, habituell an *Stenoloma* oder *Darea* erinnernd. Fertile Segmente an der fructificierenden Spitze verbreitert. Seltenheit Kauais (Sandwichgruppe). Vgl. übr. S. 212. — Ferner hierher wohl *H. cicutarioides* (Bak.) Diels von Neuguinea.

B. Indusium eiförmig: *H. Kingii* (Bak.) Diels. B. mit 0,15 m langem Stiele und 0,5 m langer Spreite (Fig. 112, *H*). Java, bei 1350 m. Die Zugehörigkeit dieser Art ist zweifelhaft.

28. **Saccoloma** Kaulf. (incl. *Cystodium* J. Sm., *Davalliae* sp. et *Dicksoniae* sp. Hk.Bk.). Sori terminal, nahe dem Rande, klein, zahlreich. Indusium halbschalenförmig, schwach convex, am Rande frei. Blattrand unverändert oder modificiert und

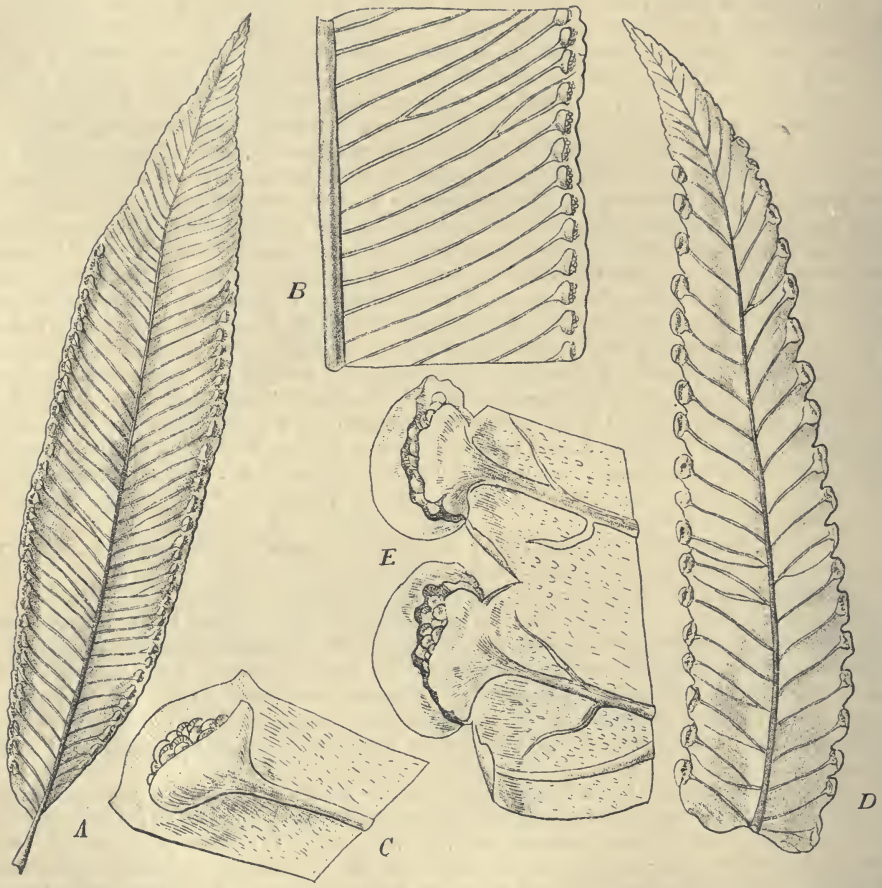


Fig. 113. *Saccoloma* Kaulf.: *A—C S. elegans* Kaulf.: *A* Fieder; *B* Teil der Fieder mit Aderung und Soris; *C* Sorus mit Indusium stärker vergrößert. — *D, E S. sorbifolium* (Sm.) Christ: *D* Fieder II.; *E* Teil einer Fieder II. mit Soris und Indusium. (*A—C* Original; *D, E* nach Hooker.)

kapuzenförmig den Sorus überwölbend. (Fig. 113, *C, E*). — Rhizom oft beschuppt. Blattstiel ungegliedert dem Rhizom angefügt.

6 Arten in den Neotropen und dem malesisch-polynesischen Gebiete.

A. Blattrand kaum modificiert (*Davalliae sp.* Hk.Bk.).

Aa. B. einfach-gefiedert.

S. elegans Kaulf. (*Davallia e.* Hk.Bk.). Rhizom weit kriechend, oft kletternd. B. mit 0,5 m langem Stiele und 1,2—2 m langer, 0,4—0,5 m breiter Spreite. Fiedern oft 0,3 m lang, nach vorn meist scharf gezähnt, dünn lederig. Adern dicht, einfach oder gegabelt. Sori klein, sehr zahlreich. Indusium breiter als lang (Fig. 113, *A—C*). Schöner Farn des neotropischen Reiches, habituell mit *Polypodium blechnoides L.* übereinstimmend. — *S. Imrayanum* (Hook.) Kze., bedeutend kleiner als vorige, Fiedern höchstens 8 cm lang, $2^1/_2$ cm breit, sonst auch in der Fructification ähnlich. Antillen, Guiana.

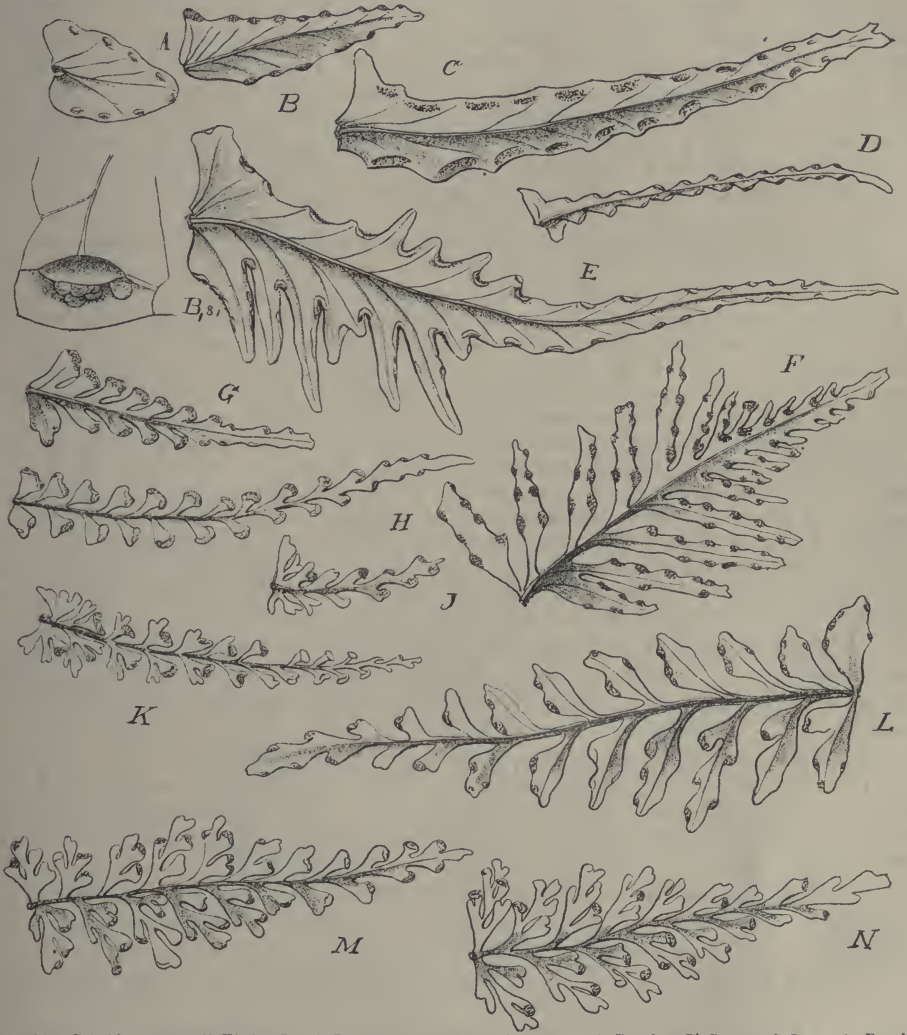


Fig. 114. *Diellia*, überall Fieder I.: *A D. pumila* Brack.; *B B' D. falcata* Brack.; *B'* Sorus; *C D. erecta* Brack.; *D D. centifolia* (Hillebr.) Diels; *E D. laciniata* (Hillebr.) Diels; *F D. laciniata* var. *subbipinnata* Hillebr.; *G D. Alexandri* (Hillebr.) Diels; *H D. Alexandri* var. *bipinnata* Hillebr.; *J D. Alexandri* var. *γ* Hillebr.; *K D. Alexandri* var. *δ* Hillebr.; *L D. Knudsenii* var. *α* (Hillebr.) Diels; *M, N D Knudsenii* var. *β* Hillebr. (Original)

Ab. B. mindestens doppelt-gefiedert: *S. inaequale* (Kze.) Mett. (*Davallia inaequalis* Kze.). B. mit 0,6—0,9 m langem Stiele. Spreite 0,6—1 m lang, eiförmig-lanzettlich. Fiedern II in tief-fiederspaltige Segmente III. zerschnitten, kahl, lederig. Sori klein, zahlreich. Indusium breit, oval. Gemeiner neotropischer Farn. — *S. moluccanum* (Bl.) Mett. (*Davallia m.* Hk.Bk.), sehr ähnlich, Segmente etwas schmäler. Von Malesien bis Polynesien.

B. Blattzähne zuletzt modificiert und kapuzenförmig (*Dicksoniae sp.* Hk.Bk.). —

Ba. Fiedern II. nach vorn zu gezähnt (*Cystodium* J. Sm.): *S. sorbifolium* (Sm.) Christ (*Dick-*

sonia s. Sm., Hk.Bk.). Untere Fiedern I. 0,3 m lang, Fiedern II. lineal, am Grunde gestutzt oder herzförmig. Sori sehr zahlreich (Fig. 113, *D, E*). Malesien von Borneo ostwärts.

Bb. Fiedern II. tief gelappt oder wiederum gefiedert: *S. adiantoides* (Sw.) Diels (*Dicksonia Plumieri* Hk.Bk.). Bedeutend größer als vorige Art. B. mit 0,3 m hohem Stiele und sehr großer, krautiger, kahler Spreite. Sori zahlreich, glockenförmig. Im neotropischen Reiche, besonders seinem nördlichen Teile verbreitet.

29. **Diellia** Brack. (*Lindsayae* sp. Hk.Bk.). Sori nicht ganz randständig, quer-länglich, meist getrennt. Blattrand nicht modificiert. Indusium breit angewachsen. — Rhizom aufrecht oder liegend, mit Spreuhaaren besetzt. B. einfach- bis mehrfach fiederspaltig. Segmente akroskop meist gefördert. Seitenadern meist etwas anastomosierend.

Endemische Gruppe der Sandwichinseln, besonders formenreich auf den westlichen Inseln, interessant durch die in allen Stufen vorliegende Entwickelung der einfach-gefiederten Blattgestalt zu zusammengesetzten Formen, wobei die letzten Segmente entweder den Fiedern I. des Grundtypus conform bleiben oder keilförmig, bezw. lineal werden nach Art von *Stenoloma*. Die Abgrenzung der zweifellos natürlichen Gattung gegen *Leptolepia*, *Humata* und verwandte Genera ist mit Schwierigkeiten verbunden.

Im folgenden kann nur ein schematischer Überblick gegeben werden, näheres vgl. Fig. 114 und Hillebrand, Flora Hawaiian Isl. 619ff.

A. Fiedern ganzrandig oder schwach gelappt: *D. pumila* Brack. (Fig. 114, *A*). B. mit 5 cm langem, schwärzlichem Stiele und 0,1—0,2 m langer Spreite, Fiedern rhombisch-eiförmig, stumpf, habituell an große Formen von *Asplenium Trichomanes* erinnernd. Felsige Stellen. — *D. falcata* Brack. (Fig. 114, *B*). B. mit stark beschupptem Stiele. Fiedern meist länger als bei voriger. Maui, Oahu. — *D. erecta* (Fig. 114, *C*) Brack. B. mit 0,15—0,25 m langem Stiele und 0,2—0,3 m langer, krautiger Spreite. Maui 900—1200 m. — B. Fiedern stärker gelappt, bis tief fiederspaltig: *D. centifolia* (Hillebr.) Diels (Fig. 114, *D*) Fiedern zahlreich, lineal, stark genähert, fast dachig. Sehr eigentümliche Tracht. Kauai. — *D. laciniata* (Hill.) Diels (Fig. 114, *E, F*) Segmente II. lineal, den Fiedern I. von *D. falcata* ähnlich. Adern gefiedert. Kauai. — C. Fiedern tief fiederspaltig bis gefiedert, Segmente II. breit-keilförmig mit fächeriger Aderung: *D. Alexandri* (Hill.) Diels (Fig. 114, *G—J*). Kauai, Maui. — *D. Knudsenii* (Hill.) Diels (Fig. 114, *L—N*) die am feinsten zerteilte Form. Kauai. — Vielleicht ist hier auch besser anzuschließen ? *Humata Mannii* (Eat.) Diels (vgl. S. 210): Letzte Segmente lineal, an der fertilen Spitze verbreitert, vom Habitus mancher *Stenoloma*. Kauai.

30. **Leptolepia** Mett. ex Kuhn. Sori terminal an einer etwas verkürzten Seitenader. Indusium nur der Ader angewachsen, am freien Rande ausgefressen-gelappt. (Fig. 115, *B*). — Rhizom behaart. B. ungegliedert dem Rhizome angefügt, mehrfach gefiedert.

Monotypische Gattung von unsicherer Stellung, auf Neuseeland.

L. novaezelandiae (Col.) Mett. (*Acrophorus hispidus* Moore) Rhizom kriechend. B. mit 0,1—0,2 m langem Stiele und 0,3—0,5 m langer, dreieckiger, dreifach-gefiederter, lederiger, schwach behaarter Spreite. Sori ∞, an den Zähnen der Segmente. Waldfarn Neuseelands, nach Christ auch im nordöstlichen Australien.

31. **Davallia** Sm. (incl. *Colposoria* Presl, *Odontosoria* Presl, *Parestia* Presl, *Prosaptia* Presl, *Scyphularia* Fée, *Stenolobus* Presl). Sori terminal randständig, selten etwas eingerückt, kugelig oder verlängert. Indusium an drei Seiten ganz angewachsen und mit dem gleichartigen Decklappen einen schüsselförmigen oder cylindrischen Behälter bildend. Receptaculum punktförmig (Fig. 115, *D, K*). — Rhizom meist kriechend, beschuppt. B. zerstreut, gegliedert dem Rhizome angefügt. Spreite meist ein- bis mehrfach-gefiedert. Indument aus Schuppen bestehend.

Mit etwa 20 vielgestaltigen Arten verbreitet in den feuchteren tropischen und subtropischen Gebieten der Alten Welt, meist epiphytisch lebend.

Die Entwickelungsgeschichte der Sorushülle bedarf (wie bei den verwandten Gattungen) eingehenderer Untersuchungen. Es steht noch nicht fest, was eigentlich als Blattrand anzusprechen sei.

Sect. I. *Prosaptia* Presl (als Gatt.) Rhizom aufrecht. B. gebüschelt, einfach fiederspaltig bis -schnittig. Indusium fast völlig aus Blattsubstanz bestehend, nur am Rande etwas modificiert; die Sori scheinen daher in einer sackartige Aushöhlung des Parenchyms geborgen (Fig. 115, *D*). — Epiphyten.

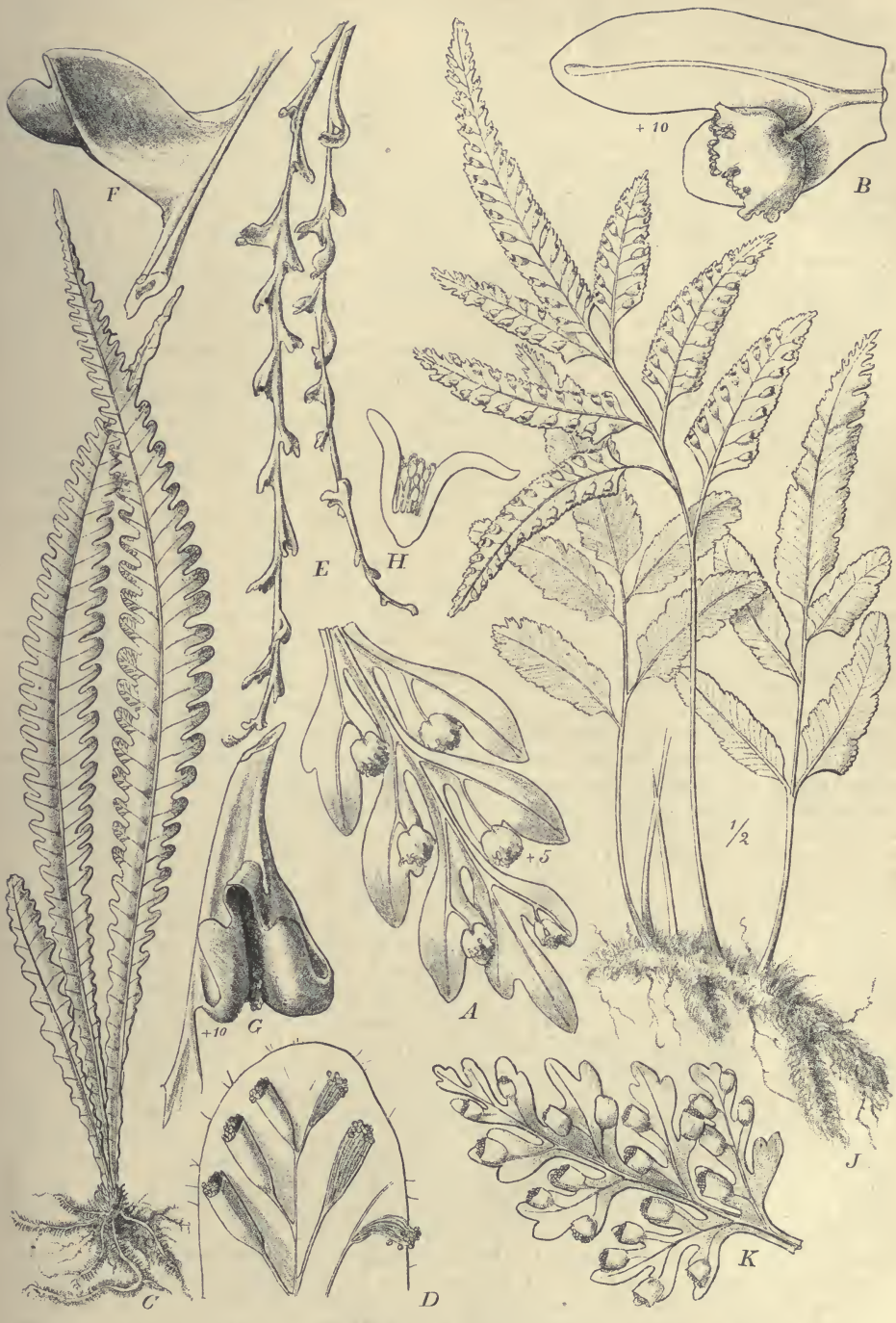


Fig. 115. *A*, *B Leptolepia novaezelandiae* (Col.) Mett.: *A* Fiederchen letzter Ordnung mit Aderung und Sorus; *B* fertiles Segment mit Sorus und Indusium. — *C—K Davallia* Sm.: *C*, *D D. alata* Bl.: *C* Habitus; *D* Vorderteil eines fertilen Segmentes, in der rechten Hälfte die Indusien entfernt, um die Sori zu zeigen; *E—H D. Reineckei* Christ: *E* vorderer Teil zweier Blätter; *F* Fieder von der Seite; *G* von vorn; *H* im Querschnitte; *J D. pentaphylla* Bl.: Habitus; *K D. canariensis* Sm.: Fieder III. mit Aderung und Soris. (C nach Hooker, sonst Original.)

Eigentümliche malesisch-polynesische Gruppe, deren systematische Stellung unsicher ist, da die Äquivalenz ihrer Sorushülle mit dem echten Davallien-Indusium strittig ist. Tracht mancher *Polypodium*, besonders *P. obliquatum*.

A. B. nicht bis zur Spindel eingeschnitten: *D. alata* Bl. non Sm. (*D. Emersoni* Hook. et Grev.) B. 0,15—0,3 m lang, etwa 2,5 cm breit, lineal-lanzettlich, bis etwa $^2/_3$ eingeschnitten. Segmente ganzrandig (Fig. 115, *C*, *D*). Südindien, Ceylon, Malesien, Polynesien. — **B.** B. bis zur Spindel eingeschnitten: *D. contigua* Sw. B. länger als bei voriger. Segmente gezähnt. Sori im vorderen Teile in den Zähnen. Areal wie vorige, doch nach Osten bis Polynesien übergreifend. — *D. Friderici et Pauli* Christ. B. 0,1—0,2 m lang, lineal-bandförmig, starr lederig. Segmente etwa 2 mm im Durchmesser, mit nur je 1 Sorus. Habituell an *Polypodium moniliforme* Lag. erinnernd. Celebes zwischen 1400 und 2000 m. — *D. Reineckei* Christ, reducierteste Form des Typus, von der Tracht der vorigen. B. schmal-lineal, bis 0,6 m lang. Spindel geschlängelt. Segmente klein, gedreht. Sori einzeln an den Segmenten (Fig. 115, *E—H*). Epiphyt, wie *Usnea* von den Ästen herabhängend; Gipfel Samoas, bei 1600 m.

Sect. II. *Scyphularia* Fée. Rhizom kriechend. B. einfach-gefiedert, etwas dimorph. Fiedern ganzrandig. Indusium halbcylindrisch (Fig. 115, *J*).

D. pentaphylla Bl. B. mit 0,05—0,1 m langem Stiele. B. mit Endfieder und 2—3 ähnlichen Seitenfiedern jederseits. Unterste Fiedern am Grunde oft wiederum mit 1—2 Fiedern II. Die Fiedern der sterilen B. breiter als der fertilen. (Fig. 115, *J*). Epiphyt, seltener terrestrisch. Malesien, Melanesien. In Cultur. Wahrscheinlich eine reducierte Form davon ist *D. triphylla* Hook. mit nur einem Paar Seitenfiedern. Malakka.

Sect. III. *Compositae*. Rhizom kriechend. B. meist mehrfach gefiedert. Indusium halbkugelig bis halbcylindrisch.

A. Indusium so lang als breit oder breiter (in der Form an das von *Humata* erinnernd: *D. Lobbiana* Moore. B. 0,3—0,5 m lang, schmal-dreieckig, 2—3fach fiederspaltig. Borneo. — *D. Griffithiana* Hook. B. oft noch größer als bei voriger, dreieckig, 3—4fach fiederspaltig. Hinterindisch-malesisches Gebiet, im Norden zum Osthimalaya und nach Südchina, Formosa ausstrahlend.

B. Indusium meist länger als breit. — **Ba.** Sori etwas vom Rande entfernt. — **Baα.** Indusium halb-becherförmig; *D. divaricata* Bl. mit 0,15—0,3 m langem Stiele und 0,6—1 m hoher, 3fach-fiederspaltiger, lederiger Spreite, Areal ähnlich wie bei *D. Griffithiana*. — *D. decurrens* Hook., weniger weit gegliedert als vorige. Philippinen. — **Baβ.** Indusium halb-cylindrisch: *D. Lorrainii* Hance. B. breit-dreieckig, nicht so groß als bei voriger, kahl. Malakka. — **Bb.** Sori randständig, oft aber beiderseits von einem Zahne der Spreite überragt. Vielgestaltige Gruppe, die im Grade der Blattzerteilung etwa durch folgende Species repräsentierte Etappen durchläuft: *D. solida* Sw. B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,3—0,6 m langer, dreieckiger Spreite. Letzte Segmente rhombisch-eiförmig, Adern alle gleichwertig. Südchina, Hinterindien, Malesien bis Queensland, Polynesien. — *D. elegans* Sw. von den Dimensionen der vorigen. Letzte Segmente länglich-dreieckig. Häufig zwischen den eigentlichen Adern kleinere, blind endigende Adern. Fast in allen feuchteren Gebieten der Paläotropen, außerordentlich formenreich. — *D. chaerophylloides* Poir. Oft noch größer als vorige, von schlafferer Textur. Segmente III. in fiederspaltige Lappen IV. geschnitten. Sorus genau die letzten Endzähne einnehmend. Epiphytisch in Afrika von Angola südlich, an der Ostküste bis zum Pondoland. — *D. pyxidata* Cav. Segmente III. dreieckig oder länglich, oft wiederum tief eingeschnitten. Sori vom Blattzahne überhöht. Ostaustralien. — *D. canariensis* Sm. Rhizom kriechend, dick, dicht mit großen Schuppen besetzt. B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,3—0,5 m langer, 0,25—0,3 m breiter, dreieckiger, 4fach fiederspaltiger, lederiger Spreite (Fig. 115, *K*). Sori oft vom Blattzahne überhöht. Wächst an Felsen und Mauern, oft auch epiphytisch. Makaronesien, atlantische Küsten Marokkos und der iberischen Halbinsel. (»Cochinitas« u. a. Namen auf den Canaren). In Cultur. — *D. bullata* Wall. voriger sehr ähnlich, doch um ein Drittel kleiner, Rhizomschuppen schmäler, Blatttextur weicher. Indien, Malesien, Südchina, Japan. — *D. perdurans* Christ. Rhizom mit breiten Schuppen besetzt. B. mit 0,15—0,25 m langem Stiele und 0,2—0,3 m langer Spreite. Die Fiedern fallen im Winter ab, die Spindel bleibt bis zum nächsten Jahre stehen. Südchina. — *D. fijiensis* Hook., wohl am nächsten an *D. elegans* anzuschließen, aber am feinsten zerteilt in der ganzen Section: Segmente schmal lineal. Fiji-Inseln.

Fossil kommen hinsichtlich der Sorusgestaltung (Sporangien unbekannt) und habituell *Davallia*-ähnliche Reste zuweilen vor, z. B. nach Raciborski (1894) im Jura bei Krakau. (H. Potonié.)

32. **Microlepia** Presl (incl. *Neuropteris* Desv., *Scyphofilix* Thou., *Scypholepia* J. Sm., *Selenidium* Kze., *Tapeinidium* Presl — *Davalliae* sp. Hk.Bk.). Sori terminal, nahe dem Rande oder randständig. Indusium ähnlich *Davallia*, an Basis und Seiten angewachsen, von dem Deckrande oft überhöht (Fig. 116, *D*). Receptaculum deutlich. — Rhizom kriechend, behaart. B. zweizeilig, zerstreut, ungegliedert dem Rhizome angefügt. Fiedern oft akroskop gefördert.

Gegen 10 Arten, 1 davon formenreich durch die gesamten Tropen und viele subtropischen Länder, die übrigen vorwiegend im asiatisch-pacifischen Tropengebiete.

Litteratur: Diese Gattung bearbeitete Prantl monographisch (Arbeit. kgl. Bot. Garten Breslau I p. 25 ff.). Er fasst die Species enger als Hooker-Baker; sein Schlüssel liegt folgender Übersicht zu Grunde.

A. B. einfach-gefiedert. — **Aa.** Fiedern nach vorn zu gezähnt: *M. Hookeriana* (Wall.) Presl (*Scypholepia* J. Sm.). B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,3—0,5 m langer Spreite. Spindel und Adern behaart. Indusium klein. Nordöstliches Vorderindien, Hongkong. — **Ab.** Fiedern fiederig-gelappt: *M. marginalis* (Thunb.) Hance. Größer als vorige, meist dichter behaart. Himalaya, China, Japan, Ceylon, Hinterindien.

B. B. doppelt—4fach-gefiedert. — **Ba.** Indusium so lang als breit oder länger, vorn gestutzt oder schwach abgerundet. Receptaculum cylindrisch. — **Baα.** Fiedern II. stumpf: *M. strigosa* (Thunb.) Presl voriger sehr ähnlich, durch die stets tiefer eingeschnittenen Fiedern zu unterscheiden. Im ganzen asiatischen Anteil der Paläotropen und darüber hinaus bis Japan, Fiji- und Sandwichinseln. — **Bb.** Indusium breiter als lang, vorn ± abgerundet. Receptaculum niedrig, verbreitert. — **Bbα.** Vorletzte Segmente in eine längere Spitze ausgezogen: *M. platyphylla* (Don.) J. Sm. B. mit 0,6—1 m langem Stiele und 1—1,5 m langer, lederiger, nackter Spreite. Feuchtere Gebiete Vorderindiens und Ceylons verbreitet, nach Christ auch auf den Philippinen. — **Bbβ.** Vorletzte Segmente kurz zugespitzt oder stumpf: *M. speluncae* (L.) Moore. Von den Dimensionen der vorigen oder noch größer. B. 3—4fach fiederspaltig von zarter Textur, in der Form der Segmente und ihrer Behaarung sehr variabel (vgl. Prantl l. c.). Sori zahlreich, 1 — mehrere am Grunde der Lappen (Fig. 116, *A—C*). In allen feuchteren Tropenländern, stellenweise sehr häufig, ebenso in den feuchten subtropischen Gebieten.

33. **Odontosoria** Presl (incl. *Lindsayopsis* Kuhn, *Stenoloma* Fée, — *Davalliae* sp. Hk.Bk.). Sori terminal, meist nicht zusammenfließend, ohne Receptaculum. Indusium mit dem wenig modificierten Decklappen verwachsen, meist von ihm überragt (Fig. 116, *E, F*). — B. oft gebüschelt, ungegliedert dem Rhizome angefügt, mehrfach-fiederspaltig. Adern gegabelt, frei (Fig. 116, *D*).

Sect. I. *Eu-Odontosoria.* B. mit begrenztem Wachstume.

A. Segmente breit-keilig, oft gezähnt: *O. chinensis* (L.) J. Sm. (*Davallia tenuifolia* Sw.) Hk.Bk. Rhizom kriechend, kräftig. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele und 0,3—0,5 m langer, 4fach-fiederspaltiger, lederiger, kahler Spreite. Madagassisches Gebiet, tropisches Asien, China, Japan, Polynesien, auf den Sandwichinseln der gemeinste Farn und dort von den Eingeborenen als »Palaa« zum Rotfärben benutzt.

O. retusa (Cav.) J. Sm. Größer als vorige, mit meist breiteren letzten Segmenten. Im östlichsten Teile der Paläotropen, von den Philippinen und Celebes nach Melanesien.

B. Segmente schmal-keilig; B. habituell an *Asplenium* § *Darea* erinnernd: *O. clavata* (Sw.) J. Sm. Rhizom kriechend, dicht behaart. B. mit 0,15—0,25 m langem Stiele und ebenso langer, bis 0,4 m breiter, 3—4fach-fiederspaltiger, krautiger Spreite. Antillen. — *O. bifida* (Kaulf.) J. Sm. (Fig. 116 *D—F*) und *O. Sprucei* (Bak.) Diels, in Gebirgen Brasiliens, sehr ähnlich voriger. — *O. scoparia* (Mett.) Diels. B. von weit starrerer Textur. Neucaledonien. — *O. divaricata* (Schlecht) J. Sm. (*Davallia Schlechtendalii* (Presl.) Hook., Hk.Bk.), bedeutend größer als vorige, B. bis 1 m hoch, von krautiger Textur. Segmente schmal-lineal. Gebirge Mexikos und Guatemalas. — *O. odontolabia* (Bak.) Diels. Tracht eines *Hymenophyllum*. Madagaskar.

Sect. II. *Stenoloma* Fée (*Lindsayopsis* Kuhn). B. mit unbegrenztem Spitzenwachstume.

A. Spindel nicht bestachelt: *O. ferruginea* (Don.) Diels. Blattstiel sehr lang, auf hohe Bäume kletternd. B. 4fach-fiederspaltig, krautig. Segmente IV. gezähnt oder gekerbt. Sori klein, randständig. Madagaskar.

B. Spindel bestachelt. — **Ba.** Segmente III. seicht gelappt: *O. uncinella* (Kze.) Diels. B. mit weit klimmendem Stiele und 3fach-fiederschnittiger, lederiger Spreite. Sori klein.

Cuba, Portorico. — **Bb.** Segmente III. tief eingeschnitten: *O. aculeata* (L.) J. Sm. Rhizom kriechend. B. 1—2 m lang, ähnlich voriger, doch tiefer eingeschnitten (Fig. 116 *G*). Sehr verbreitet und oft Dickichte bildend auf den Antillen, in mehreren, nach Tiefe der Einschnitte, Breite der Segmente u. s. w. verschiedenen Formen.

Fig. 116. *A—C Microlepia Speluncae* (L.) Moore: *A* Fieder II., *B* Fieder III., *C* Teil eines Segmentes mit Sorus und Indusium. — *D—G Odontosoria* Presl: *D—F O. bifida* (Kaulf.) J. Sm.: *D* Fieder III. mit Aderung und Soris; *E* Blattzahn mit Indusium, das bei *F* weggeschnitten ist, um den Sorus zu zeigen; *G O. aculeata* (L.) J. Sm.: Fieder I. — *H, J Wibelia pinnata* Bernh.: *J* Fieder I., *H* Teil davon mit Aderung und Soris. (*A—C* Original; *D—F* nach Baker in Flor. Bras., *H, J* nach Fée.)

34. **Wibelia** Bernh. (*Davalliae* sp. Hk. Bk.). Sori terminal, dem Rande genähert, verlängert-quer, einzeln oder oft zu 2, zuletzt meist zusammenfließend. Paraphysen vorhanden. Sporen elliptisch (Fig. 116, *H, J*). — Rhizom kriechend, behaart. B. gebüschelt, ungegliedert dem Rhizome angefügt, einfach gefiedert, Fiedern lineal. Stiel am Grunde von 2 Leitbündeln durchzogen.

3 Arten in Malesien und ostwärts.

Kleine Gattung von zweifelhafter Umgrenzung, deren Arten noch näherer Untersuchung hinsichtlich ihrer systematischen Verhältnisse bedürfen.

A. B. einfach-gefiedert: *W. pinnata* Bernh. Rhizom kriechend, fibrillös. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele und 0,2—0,4 m langer, 0,1—0,2 m breiter, einfach-gefiederter, lederiger Spreite (Fig. 116 *J*). Südliches Vorderindien, Hinterindien, Malesien bis Polynesien.

B. B. 3—4fach-gefiedert: *W. amboynensis* (Hook.) Kuhn. B. ungefähr so groß wie vorige, aber 3fach-gefiedert. Segmente III. lanzettlich, ganzrandig; Indusium klein.

Molukken, Neuguinea. — *W. Denhami* (Hook.) Kuhn. B. größer als vorige und noch complicierter geteilt. Segmente III. länglich, gezähnt. Sori sehr klein. Neuguinea, Neue Hebriden, Fiji.

35. **Dennstaedtia** Bernh. (*Adectum* Link, *Patania* Presl, *Sitobolium* Desv., *Sitolobium* J. Sm. — *Dicksoniae* sp. Hk.Bk.). Sori terminal, randständig, kugelig. Indusium ganz angewachsen und mit dem gleichartigen, gleichlangen, modificierten Decklappen einen deutlich abgesetzten schüsselförmigen Behälter bildend (Fig. 117, *C, D*). Receptaculum sehr klein. — Rhizom kriechend, behaart. B. mit ungegliedertem Stiele und mindestens doppelt-gefiederter Spreite. Indument aus Haaren bestehend.

Im ganzen etwa 15 Arten, durch die gesamten Tropen verbreitet. Die Formen der alten und neuen Welt sind dabei schwach von einander geschieden. Außerdem greift die

Fig. 117. *A, C—E Dennstaedtia* Bernh.: *C—E D. cicutaria* (Sw.) Moore: *C* Fieder II. mit Aderung und Soris; *E* Spitze eines Segments mit Sorus; *D* Sorus im Längsschnitte. *A D. rubiginosa* (Kaulf.) Moore: Teil einer Fieder II. — *B, F Monachosorum subdigitatum* (Bl.) Kuhn: *F* Segment III.; *B* Segment letzter Ordnung mit Aderung und Soris. (*C—E* nach Baker; *B* nach Christ; *F* nach Kunze; *A* Original.)

Gattung auf der nördlichen Halbkugel z. T. weit in die gemäßigten Regionen herein, indem die Arten der Gruppe **A.** ein charakteristisches Beispiel liefern für die Florengemeinschaft zwischen Ostasien und dem atlantischen Nordamerika.

A. Fiedern II. in gelappte Segmente geschnitten. — **Aa.** Kleinere Farne temperierter Erdteile. B. höchstens 0,5 m lang. — **Aaα.** B. unterseits fein drüsig behaart: *D. punctiloba* (Michx.) Moore. B. lanzettlich, dünn krautig. Sori klein, 2—12 auf einer Fieder II., am Grunde der Buchten stehend. Indusium schalenförmig. Atlantisches Nordamerika, von Canada bis Alabama. — *D. appendiculata* (Wall.) J. Sm., voriger sehr ähnlich, doch die Fiedern I. schmäler, Fiedern II. zahlreicher. Himalaya von Nepal ostwärts, 1600 bis 2750 m. — **Aaβ.** B. kahl: *D. Elwesii* (Bak.) Bedd. Fiedern II. tiefer eingeschnitten als

bei vorigen. Seltener Farn des Sikkim-Himalaya, um 2700 m. — **Ab.** Große Tropen-Farne. Die unteren Fiedern I. an sich schon 0,25—0,7 m lang. — **Abα.** Rhizom unterirdisch kriechend: *D. obtusifolia* (Willd.) Moore (*Dicksonia adiantoides* Hk. Bk.). B. bis 4 m lang. Fiedern II. lineal, ihre Segmente länglich-rhombisch, stumpf. B. krautig, unten fein behaart. Sori 2—8 auf einem Segmente, am Grunde der Buchten stehend, zuweilen aber auf besonderen, vorspringenden, stielartigen Läppchen angebracht. (Letztere Form = *Deparia concinna* (Presl) Bak.) Häufiger Waldfarn des neotropischen Reiches. — *D. cicutaria* (Sw.) Moore. Segmente länglich-dreieckig, tiefer eingeschnitten als bei voriger, deren Tracht sie im übrigen teilt (Fig. 117 *C—E*). Ebenfalls durch das neotropische Reich verbreitet und darüber hinaus bis Nordargentinien. — *D. erythrorachis* (Christ) Diels, Celebes, neigt etwas zu **Bb.** — **Abβ.** Rhizom an Baumstämmen emporklimmend: *D. vagans* (Bak.) Diels. B. nur doppelt-fiederspaltig. — *D. Sodiroi* Diels (*Dicksonia scandens* Bak. non Bl.), beides Epiphyten in Ecuador und Peru.

B. Fiedern II. wiederum gefiedert. Fiedern III. in gelappte Segmente gespalten (Fig. 117 *A*). — **Ba.** Spindel unbestachelt. — **Baα.** Sori am Grunde der Buchten stehend. — **BaαI.** Spindel und Blattfläche nahezu kahl: *D. apiifolia* (Hook.) Moore. B. glänzend, fest krautig. Schöner Farn der tropischen Anden. — *D. davallioides* (R. Br.) Moore. Fiedern II. lineal, zugespitzt. Segmente tief fiederspaltig. Textur viel zarter als bei voriger. Ostaustralien, Norfolk. — **BaαII.** Spindel ± filzig: *D. rubiginosa* (Kaulf.) Moore. Habitus und Dimensionen der vorigen, aber viel weiter zerteilt (Fig. 117 *A*). Bodenständig in Wäldern des neotropischen Reiches und ähnlich auch auf den Maskarenen. — *D. flaccida* (Sw.) Moore, mit noch stärker filziger Spindel und von festerer Textur, in Melanesien. — *D. remota* (Christ) Diels. Celebes. — **Baβ.** Sori an der Spitze der Lappen stehend: *D. scabra* (Wall.) Moore (*D. deltoidea* (Hook.) Moore, *Sitolobium strigosum* J. Sm.). Rhizom weit kriechend. B. mit 0,3 m langem, rauhem Stiele. Spreite 0,25—0,8 m lang, dreieckig oder lanzettlich, kurz und steif behaart. Sori klein, zahlreich. Ceylon, Osthimalaya bis 2500 m, Hinterindien gemein, Malesien bis zu den Philippinen. Nach Christ auch in Japan. — *D. Henriettae* (Bak.) Diels. B. kahl. Wälder Centralmadagaskars. — **Bb.** Spindeln I. und II. bestachelt: *D. scandens* (Bl.) Moore. Farnliane. Rhizom kriechend. B. oft mehrere Meter lang, an der Spitze lange fortwachsend, mit stacheligen Spindeln klimmend. Sori klein, in den Buchten der Lappen. Wälder Malesiens und ostwärts zum tropischen Polynesien. — *D. moluccana* (Bl.) Moore, ist unwesentlich verschieden.

36. **Monachosorum** Kze. (*Polypodii* sp. Bl., autt., Hk. Bk.). Sori subterminal auf leicht angeschwollenem, länglichem Receptaculum (Fig. 117, *B*). Eine große keulige Paraphyse. Sporen dreilappig-tetraëdrisch. Indusium fehlend. — Rhizom kriechend, behaart. B. dem Rhizome ungegliedert angefügt, etwas entfernt. Blattstiel am Grunde mit 2 oberwärts zu 1 halbcylindrischen verschmelzenden Leitbündeln. Spreite sehr stark zerteilt.

2 Arten des südöstlichen Asiens.

Habituell an *Davallia* erinnernde Gattung, über deren systematische Stellung die Ansichten der Autoren weit auseinandergehen.

M. subdigitatum (Bl.) Kuhn. B. mit 0,3 m langem Stiele und mindestens 0,6 m langer Spreite. Segmente III. gelappt und gefiedert, zart, dunkelgrün, kahl, Lappen letzter Ordnung mit je 1 Ader (Fig. 117 *B*, *E*). Vom östlichen Himalaya (bis 2300 m) durch Malesien bis Neuguinea. — *M. Henryi* Christ. Kräftiger als vorige, Fiedern II. nur eingeschnitten gekerbt, nicht geteilt, Wälder Südchinas bei 1800 m.

37. **Schizoloma** Gaud. (*Isoloma* J. Sm., *Guerinia* J. Sm., *Schizolepton* Fée, — *Lindsayae* sp. Hk. Bk.). Sori intramarginal, rundlich oder länglich, zusammenfließend. Deckrand ± modificiert. Indusium häutig, extrors. — B. ungeteilt oder einfach-gefiedert. Segmente fast gleichseitig. Adern frei oder anastomosierend und Maschen ohne blinde Äderchen bildend.

Sect. I. *Isoloma* J. Sm. Adern frei (Fig. 118 *B*).

A. B. ungeteilt: *Sch. reniforme* (Dry.) Diels. B. mit 0,1—0,15 m langem, schwarzem Stiele und kreis-nierenförmiger, fester Spreite von 5 cm Durchmesser (Fig. 118, *A*, *B*). Catingawälder von Guiana und Alto-Amazonas. — *Sch. sagittatum* (Dry.) Diels. B. mit pfeilförmiger, zugespitzter Spreite. Guiana, kleine Antillen.

B. B. einfach-gefiedert. — **Ba.** Fiedern etwas entfernt, aufrecht abstehend, am akroskopen Grunde stumpfwinkelig abgeschnitten: *Sch. Walkerae* (Hook.) Diels. B. mit 0,15

bis 0,3 m langem Stiele und ebenso langer Spreite. Fiedern ganzrandig. Sümpfe Ceylons, auf Bangka und Borneo. — **Bb.** Fiedern genähert, fast rechtwinkelig abstehend, am akroskopen Grunde rechtwinkelig abgeschnitten: *Sch. divergens* (Wall.) Diels. B. kürzer gestielt als bei voriger. Malesien.

Sect. II. *Eu-Schizoloma* Diels. Adern ± anastomosierend (Fig. 118 *D*).

A. Sterile B. ungeteilt: *Sch. cordatum* Gaud. (*Schizolepton* Fée). Rhizom kurz kriechend. Sterile B. mit 0,1—0,15 m langem, dem Rhizome gegliedert angefügten Stiele und etwa 7 cm langer, länglich-herzförmiger, lederiger Spreite; fertile Spreite oft dreilappig. Malakka, Celebes.

B. B. einfach-gefiedert. — **Ba.** Fiedern der Spindel gegliedert angefügt: *Sch. Guerinianum* Gaud. (*Guerinia* J. Sm.). Molukken. — **Bb.** Fiedern der Spindel ungegliedert angefügt: *Sch. ensifolium* (Sw.) J. Sm. Rhizom kriechend, beschuppt. B. mit 0,15—0,3 m

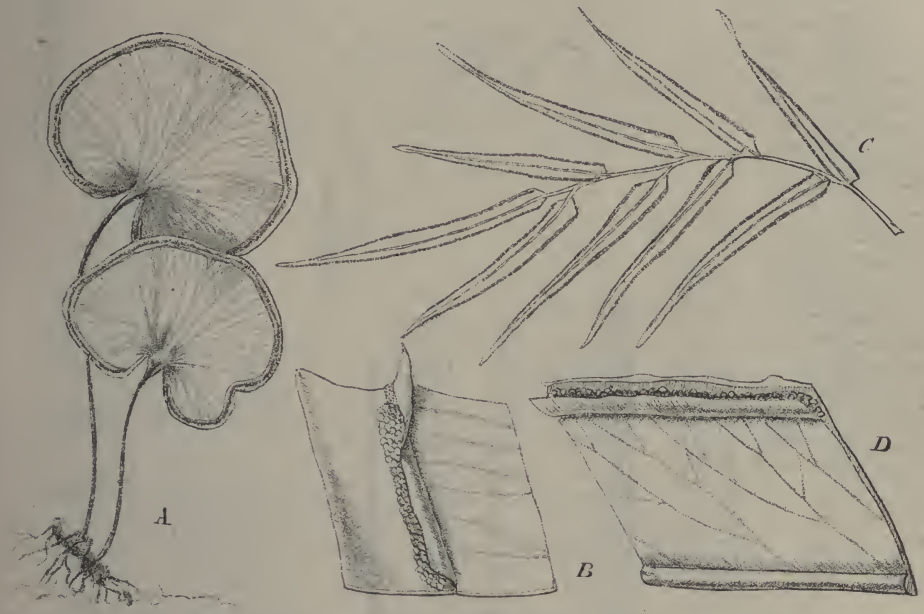


Fig. 118. *Schizoloma* Gaud.: *A, B Sch. reniforme* (Dry.) Diels: *A* Habitus; *B* Teil des Blattes mit Aderung, Indusium, Sorus. *C, D Sch. ensifolium* (Sw.) J, Sm.: *C* Blattspreite; *D* Teil einer Fieder mit Aderung, Indusium, Sorus. (*B* nach Baker in Flor. Bras.; *D* nach Hooker; *A, C* Original.)

langem Stiele und 0,15—0,3 m langer, bis 0,1 m breiter, krautiger Spreite. Fiedern zahlreich, die sterilen breiter als die fertilen. Habitus von *Pteris cretica* (Fig. 118, *C, D*). Variabele Species des paläotropischen Reiches. — *Sch. heterophyllum* (Dry.) J. Sm. B. am Grunde häufig doppelt-gefiedert, sterile Fiedern schwach gezähnt. Mauritius und tropisches Asien. — *Sch. Fraseri* Hook., etwas kleiner, in Queensland. — *Sch. macrophyllum* Kaulf. Meist bedeutend größer als vorige. Endfieder eiförmig, Seitenfiedern schmäler, alle ganzrandig, am Rande nicht modificiert. Guiana, Brasilien.

38. **Dictyoxiphium** Hook. (*Amphiblestra* Fourn.). Sori streng randständig, zusammenhängend. Indusium extrors, breit, häutig. — B. gebüschelt, ungeteilt. Adern reich anastomosierend, Maschen mit blinden Äderchen bildend (Fig. 119, *A—C*).

Monotypische Gattung der Neotropen.

D. panamense Hook. B. sitzend, zungenförmig, ganzrandig, kahl oder etwas spreuschuppig, etwas lederig, 0,6—1 m lang, die sterilen breiter als die fertilen. Mittelrippe stark vortretend. Neotropisch von Guatemala bis Columbien und Venezuela.

39. **Lindsaya** Dry. (*Acrophori* sp. Moore, *Hymenostomia* Gaud., *Lindsaynium* Fée, *Odontoloma* J. Sm., *Synaphlebium* J. Sm., *Synphlebium* Fée). Sori randständig, rund oder länglich. Deckrand ± modificiert. Indusium häutig, extrors. — Rhizom meist mit

Spreuhaaren besetzt. B. ein- bis mehrfach-gefiedert. Fiedern meist einseitig, indem die basiskope Hälfte kaum entwickelt. Adern frei oder anastomosierend (Fig. 119, *D—H*).

An 30 Arten, fast alle auf die Tropen beider Erdhälften beschränkt; etwa $^1/_3$ der Species entfallen auf Amerika, der Rest ist in den östlichen Paläotropen zu Hause.

Fig. 119. *A—C Dictyoxiphium panamense* Hook.: *A* Teil eines Blattes; *B*, *C* Hälfte eines Blattquerschnittes schematisch: *m* Rand des Blattes, *r* Receptaculum, *i* Indusium. — *D—H Lindsaya* Dry.: *D*, *E L. dubia* Spreng.: *D* Habitus; *E* Fieder mit Aderung und Sorus; *F L. pendula* Klotzsch: Fieder I.; *G L. davallioides* Bl.: Fieder II.; *H L. triquetra* (Bak.) Christ: Fieder I. (*B*, *C* nach Mettenius, sonst Original.)

Sect. I. *Eulindsaya.* Adern frei.

§ I. *Pinnatae.* B. stets einfach-gefiedert.

A. Fiedern mehrmals länger als breit (Fig. 119 *D*, *E*) (der Spitze zu auf der akroskopen Seite häufig kaum gefördert und die Hauptader dann fast median): *L. dubia* Spreng.

Schattige Abhänge in Venezuela, Guiana und Alto-Amazonas. In der Form der Fiedern etwas an *Schizoloma* Sect. *Isoloma* erinnernd.

B. Fiedern höchstens doppelt so lang als breit. — **Ba.** Rhizom kurz kriechend. — **Baα.** Fiedern auf der basiskopen Seite breit gerundet. — **BaαI.** B. krautig: *L. botrychioides* St. Hil. Feuchte Bergwälder Ostbrasiliens. — **BaαII.** B. starr: *L. jamesonioides* Bak. Felsen der Hochgipfel von Borneo und Celebes. Interessante Art von *Jamesonia*-Tracht. — **Baβ.** Fiedern auf der basiskopen Seite ± gerade abgestutzt. — **BaβI.** Fiedern ganzrandig oder gekerbt: *L. linearis* Sw., die schmalblättrigste dieser Verwandtschaft, die Fiedern oft fächerförmig und getrocknet eingerollt. In mehreren Formen durch Australien, Neucaledonien, ganz Neuseeland. — *L. japonica* Bak., Japan, leitet zur folgenden über. — **BaβII.** Fiedern gelappt: *L. adiantoides* J. Sm. B. mit 0,05 m langem Stiele und 0,1—0,15 m, etwa 2.5 cm langer Spreite. Malesien, wo noch mehrere nahestehende Species. — *L. cultrata* Sw. B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,15—0,3 m langer Spreite. Paläotropen vom madagassischen Gebiete bis Nordostaustralien. — *L. crispa* Bak. Kleiner als vorige, auffallend durch unregelmäßige Kräuselung des akroskopen Blattrandes. Borneo. — **Bb.** Rhizom fadenförmig, weit kriechend: *L. leptophylla* Bak. B. mit 0,15 m langem Stiele und 0,3—0,5 m langer, häutiger Spreite. Nordost-Madagaskar. — **Bc.** Rhizom weit kletternd: *L. pectinata* Bl. B. 0,3—0,5 m lang, dünnhäutig. Soruslinie unterbrochen. Hinterindien, Malesien, epiphytisch an Bäumen. Die Adern zeigen mitunter Neigung zu anastomosieren, die Soruslinie wird durch die Kerbung des Saumes zuweilen unterbrochen. Wahrscheinlich stellen derartig entwickelte Formen die *Davallia repens* (Sw.) Desv. dar. — *L. scandens* Hook., in denselben Gebieten heimisch, scheint kaum davon trennbar.

§ II. *Bipinnatae*. B. wenigstens z. T. doppelt-gefiedert.

A. Fiedern fast ganzrandig. — **Aa.** B. von häutiger Textur. — **Aaα.** Spindel geschlängelt: *L. tenuis* Kl. Kleinste und zierlichste Art der *Bipinnatae*. Guiana. — **Aaβ.** Spindel gerade: *L. parvula* Fée, voriger ähnlich, Trinidad. — *L. Lancea* (L.) Mett. (*L. trapeziformis* Dry.), bedeutend größer als vorige. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele und 0,15 bis 0,4 m langer Spreite. Fiedern I. jederseits 1—4, II. etwa 2—4 cm lang, etwa 1 cm breit. Mit zahlreichen Nebenformen in den Wäldern der feuchteren Tropenländer verbreitet, nur in Afrika fehlend. In Cultur. — *L. orbiculata* (Lam.) Mett. (*L. flabellulata* Dry.), von voriger namentlich durch relativ viel breitere, öfters gelappte Fiedern II. verschieden. Östliche Paläotropen. — **Ab.** B. von lederiger Textur: *L. stricta* Dry. B. mit 0,3—0,6 m langem Stiele und ebenso langer Spreite. Fiedern I. steif aufgerichtet. Kommt auch einfach-gefiedert vor. Neotropischer Waldfarn, auch in Cultur. — *L. Spruceana* Mett., kleinen Formen der vorigen nicht unähnlich, doch nicht so starr, die Fiedern II. dichter gestellt, schmäler, am Rande umgerollt. Anden Ostperus. — *L. pendula* Klotzsch, etwas kleiner als *L. stricta*, von originellem Habitus (Fig. 119, *F*). Fiedern II. zahlreich, sehr klein, verkehrt-dreieckig, die akroskopen oft herabgekrümmt nach unten hängend. Guiana.

B. Fiedern gekerbt bis eingeschnitten. — **Ba.** B. von häutiger Textur: *L. virescens* Sw. B. mit 0,15—0,25 m langem Stiele und dreieckiger, 0,15—0,25 m langer, bis 0,15 m breiter Spreite. Unterste Fiedern I. oft doppelt-gefiedert. Fiedern II. genähert, aber nicht dachig. Ostbrasilien. — *L. madagascariensis* Bak. Sehr polymorph bezüglich der Blattform. Madagaskar. — *L. Pervillei* Mett. & Kuhn. (*L. Kirkii* Hook.). Bedeutend größer als alle vorigen. B. mit 0,3—0,6 m langem Stiele und ebenso langer Spreite. Fiedern II. dicht genähert, dachig. Adern mitunter anastomosierend. Soruslinie unterbrochen. Sori über den Rand hervortretend. Seychellen. — **Bb.** B. von lederiger Textur: *L. rigida* J. Sm. Tracht ähnlich *L. stricta*, aber Textur noch dicker lederig. Adern vortretend. M. Ophir auf Malakka. — *L. gomphophylla* Bak. Borneo.

Sect. II. *Synaphlebium* J. Sm. ampl. Adern anastomosierend, allerdings in sehr verschiedenem Grade (Fig. 119, *G*). Diese Section ist auf das malesisch-polynesische Gebiet beschränkt.

A. Fiedern II. seicht und breit gelappt: *L. lobata* Poir. Tracht von *L. Lancea*. Seitenadern gegen den Rand hin anastomosierend. Sori in den Lappen. Südindien, Ceylon, Hinterindien, Malesien bis Australien und Polynesien, in mehreren Formen. — *L. davallioides* Bl., wohl nur tiefer eingeschnittene Varietät der vorigen.

B. Fiedern I. resp. II. tief und schmal eingeschnitten (Fig. 119 *H*) (*Odontoloma* J. Sm., *Davalliae* sp. Hk.Bk.).

Ba. B. einfach-gefiedert: *L. hymenophylloides* Bl. (incl. *L. Lapeyrousii* Hook.). Rhizom weit kriechend, beschuppt. B. fast sitzend, 0,1—0,15 m lang, etwa 2 cm breit. Fiedern auf der akroskopen Seite in schmale, einfache oder gegabelte Segmente geteilt. Sori rundlich

Epiphytisch von Malesien nach Melanesien und Polynesien. — **Bb.** B. doppelt-gefiedert: *L. triquetra* (Bak.) Christ (*L. tenuifolia* Bl. non Sw.). Dimensionen der vorigen. Fiedern I. jederseits 2—7. Sori klein. Areal der vorigen. — *L. Blumeana* (Hook.) Christ, ähnlich, doch die letzten Segmente noch schmäler, fadenförmig, an ihrem erweiterten Ende den kleinen Sorus tragend. Celebes, Philippinen.

V. Asplenieae.

Sori meist mit flachem Receptaculum, seitlich an der fertilen Ader entspringend. Indusium (in Bezug auf die Rippe einigermaßen selbständiger Segmente) intrors, zuweilen daneben auch extrorse, selten fehlend. — Blattstiel ungegliedert dem Rhizome angefügt. Blattabschnitte oft akroskop gefördert.

1. Aspleniinae.

Sori parallel den Seitenadern befestigt.

A. Spreuschuppen zartzellig. Leitbündel 2, getrennt oder nach oben in 1 peripherisches, halbcylindrisches verschmelzend.
  a. Indusium an einer Seite frei.
    α. Sori meist je 1 an einer Ader, kurz. Indusium oft hakenförmig über die fertile Ader übergreifend . . . . . **40. Athyrium.**
    β. Sori (wenigstens teilweise) je 2 an einer Ader. Indusien sich entgegengesetzt öffnend . . . . . **41. Diplazium.**
  b. Indusium allseits angewachsen, zuletzt in der Mitte sich unregelmäßig öffnend **42. Allantodia.**

B. Spreuschuppen starkzellig. Leitbündel 1 oder 2, welche oben in 1 centrales, drei- bis vierschenkliges verschmelzen.
  a. Sori auf erhöhtem Receptaculum zwischen zwei Nachbar-Adern . **43. Triphlebia.**
  b. Sori an der Seitenader selbst.
    α. Sori je 2 an einer Ader . . . . . **44. Diplora.**
    β. Sori je 1 an einer Ader.
      I. Indusien benachbarter Sori paarweise sich gegen einander öffnend **45. Scolopendrium.**
      II. Indusien alle intrors, sich seitlich öffnend.
        1. B. ungeteilt oder gefiedert, selten dichotom. Indusium vorhanden **46. Asplenium.**
        2. B. fiederspaltig. Indusium zur Verkümmerung geneigt . . . **47. Ceterach.**
      III. Indusium stets fehlend. B. ein- bis mehrfach-fiederschnittig **48. Pleurosorus.**

2. Blechninae.

Sori auf einer Adern-Anastomose parallel zur Rippe befestigt.

A. Sterile B. mit freien Adern, fertile mit V. Doodyae. Sori zusammenhängend. Indusium + **49. Blechnum.**

B. Sterile und fertile B. mit V. Doodyae. Sori zusammenhängend. Stamm baumartig.
  a. Indusium + ... **50. Sadleria.**
  b. Indusium 0 . . . . . **51. Brainea.**

C. Sterile und fertile B. mit V. Doodyae, aber die costalen Maschen äußerst schmal. Sori der stark zusammengezogenen fertilen B., bezw. Segmente zusammenfließend und auf das Parenchym übergreifend. Indusium 0 . . . . . **52. Stenochlaena.**

D. Sterile und fertile B. mit V. Doodyae. Sori getrennt. Indusium +.
  a. Sori eingesenkt, in 1 Reihe . . . . . **53. Woodwardia.**
  b. Sori oberflächlich. in 1 bis mehr Reihen . . . . . **54. Doodia.**

V. 1. Asplenieae-Aspleniinae.

Sori parallel den Seitenadern befestigt.

Litteratur: Milde, Das Genus *Athyrium*, Botan. Zeitung 1866, 373; über *Athyrium*, *Asplenium* und Verwandte. Botan. Zeitung 1870, 329, 345, 370.

40. **Athyrium** Roth (*Brachysorus* Presl, *Hypochlamys* Fée, *Solenopteris* Zenker — *Asplenii* sp. autt. et Hk.Bk.). Sori meist einzeln auf erhabenem Receptaculum, kurz,

länglich, von variabeler Form, ± gekrümmt, seitlich an der Ader und über sie häufig ungleich-hufeisenförmig oder hakenförmig übergreifend (Fig. 120, *E*). Indusium dem Sorus gleich geformt, intrors, oft verkümmert. Sporen bilateral. — Blattstiel ungegliedert. Leitbündel des Blattstiels 2, oberwärts zu 1 halbcylindrischen Strang verschmolzen. B. ein- bis mehrfach gefiedert. Segmente kurz, gezähnt. Spreuschuppen gleichmäßig, zartzellig (Fig. 40, *A*, S. 59). Spreite mindestens gefiedert, gewöhnlich reich gegliedert (Fig. 120).

Etwa 25 Arten, einige Typen subkosmopolitisch, mehrere andere für die Gebirgsländer Ostasiens und für Nordamerika charakteristisch.

Litteratur: Mettenius, Über einige Farngattungen: VI. *Asplenium*. — Abhandl. Senckenberg. naturforsch. Gesellsch. zu Frankfurt a. M. III. 56. — J. Milde, Das Genus *Athyrium*, Botan. Zeitung 1866, 373. — J. Milde, Über *Athyrium*, *Asplenium* und Verwandte, Botan. Zeitung 1870, 329, 345, 370.

Fig. 120. *Athyrium* Roth. *A*, *B* Schema des Querschnitts durch den Blattstiel von *A. Filix femina* (L.) Roth: *A* in der unteren, *B* in der oberen Hälfte. — *C A. acrostichoides* (Sw.) Diels: Fieder I. — *D—E A. Filix femina* (L.) Roth: *D* Fieder I.; *E* Segment II. mit Aderung, Soris und Indusium. — *F—H A. alpestre* (Hoppe) Nyl.: *F* zwei Segmente III. mit Aderung und Soris; *G*, *H* Indusien stark vergrößert. (*A*, *B*, *F—H* nach Luerssen; *D*, *E* nach Mettenius; *C* Original.)

Die Systematik dieser Gattung bietet nach innen und außen bedeutende Schwierigkeiten. Sie zeigt an vielen Stellen Anklänge an die *Aspidieae* und kann anderseits nur zur Not von *Diplazium* geschieden werden.

A. B. lanzettlich oder länglich-lanzettlich.

Aa. Fiedern I. nicht völlig bis zur Spindel eingeschnitten, meist lang zugespitzt. — **Aaα.** Fiedern I. gekerbt: *A. angustifolium* (Michx.) Milde. B. von schlaffer Textur, mit wenigstens 0,3 m langem Stiele und 0,4—0,6 m langer Spreite. Fiedern zahlreich, 0,1 m lang, etwa 1 cm breit, die fertilen etwas schmäler. Sori regelmäßig, von der Rippe zum Rande reichend, oft einfach asplenioid. Sehr isolierte Art des atlantischen Nordamerika. Feuchte Waldungen von Canada bis Kentucky und Virginia. — **Aaβ.** Fiedern I. eingeschnitten. Segmente II. breit und stumpf endigend, ganz oder gezähnt: *A. falcatum* Bedd. (*Asplenium drepanophyllum* Bak.). Blattstiel 7,5 cm, unten beschuppt, Spreite bis 0,3 m lang. Trocknere Grasplätze der Gebirge Südindiens über 1000 m. — *A. acrostichoides* (Sw.)

Diels (*Asplenium thelypteroides* (Michx.) Desv., Hk. Bk.). Rhizom schief. B. mit 0,3 m langem Stiele und doppelt längerer Spreite. Fiedern genähert, in ∞ horizontal gerichtete, meist stumpfe Segmente eingeschnitten. Sori regelmäßig angeordnet, ziemlich lang (Fig. 120, *C*). Humose Wälder. Vom Himalaya (wo bis 3000 m oft häufig) durch ganz China nach dem Amurgebiete; ferner im atlantischen Nordamerika. — *A. Giraldii* (Christ), durch weniger zahlreiche Fiedern I., breitere Segmente u. s. w. verschieden. Nordchina. Auch mehrere andere Arten Chinas schließen sich hier an: so *A. Henryi* (Bak.), *A. mongolicum* (Franch.); bei manchen nähert sich das Indusium außerordentlich dem von *Nephrodium*. — *A. decurtatum* Link, hat viel kürzere Sori als *A. acrostichoides*, dem es sonst nicht unähnlich. Südbrasilien und Argentina. — **Aaγ.** Fiedern I. eingeschnitten. Segmente II. vorn verschmälert und spitz endigend, meist gezähnt, eingeschnitten oder geteilt, an der basiskopen Seite wenig reduciert. — **AaγI.** Segmente II. regelmäßig eingeschnitten in einfache Kerben: *A. umbrosum* (Ait.) Presl. B. bis gegen 2 m lang, von krautartiger Consistenz und dunkelgrüner Farbe. Sori nahe den Hauptadern, kurz. Sehr polymorphe schöne Art, die teils zu Formen des *Filix-femina*-Kreises leitet, teils an *Diplazium* Anschluss gewinnt, verbreitet fast im ganzen paläotropischen Reiche in den feuchteren Gebieten, sowie auch in Makaronesien. — *A. achilleifolium* (Liebm.) Fée, *A. Skinneri* Moore und *A. conchatum* Moore sind nahestehende Vertreter desselben Typus in entsprechenden Gegenden Centralamerikas. — **AaγII.** Segmente tief eingeschnitten in wiederum gezähnte Segmente: *A. Filix femina* (L.) Roth: Rhizom aufrecht. Blattstiel unten beschuppt, 0,1—0,3 m lang. Spreite 0,4—1 m lang, 0,15—0,3 m breit, mit ∞ abwechselnden, lang zugespitzten Fiedern I. Fiedern II. sehr dichtstehend. Sori ziemlich groß. Indusium gewimpert (Fig. 120, *A, B, D, E*). Formenreicher Typus, in der nördlich-gemäßigten Zone weit verbreitet, noch in Makaronesien, den Gebirgen des Mediterrangebietes, Abessinien und längs der Anden bis Peru. Ähnliche Formen auch in Nordargentinien. — In Europa wird das Rhizom oft als Verfälschung des Rhizoma Filicis benutzt. Als Freilandfarn wird die Art in sehr zahlreichen Spielarten cultiviert. — *A. alpestre* (Hoppe) Nyl. von voriger hauptsächlich durch kleinere Sori, verkümmertes Indusium (Fig. 120, *G, H*) und besser entwickelte Sculptur der Sporenwandung unterschieden (Fig. 120, *F—H*). In den Gebirgen Europas und des nordöstlichen Kleinasiens zwischen 1000 und 1700 m, ähnlich auch in höheren Lagen der Gebirge des pacifischen Nordamerika. — Viele im Princip ähnliche, aber complicierter gegliederte Formen werden von den Autoren unter *A. aspidioides* (Schlecht.) Moore zusammengefasst, deren angegebenes Areal die tropischen und subtropischen Farngebiete von Amerika, Afrika, Asien nebst den Sandwichinseln einschließt.

Ab. Fiedern II. meist völlig bis zur Spindel eingeschnitten, oft gestielt. Segmente III. an der akroskopen Seite stark reduciert. In der Complication der Blattgliederung sehr vielseitige Gruppe, eigentümlich für das Monsungebiet Asiens: *A. macrocarpum* (Bl.) Bedd. Von der Größe des *A. Filix femina*, in der Tracht auch an *Nephrodium spinulosum* erinnernd. B. krautig. China-Japan, Indien, Malesien. Im Himalaya von 600—2700 m, im Berglande Südindiens oft sehr gemein. Die Sori sind oft nierenförmig nach Art von *Nephrodium*. — Eine große Zahl Formen reihen sich ihr an, z. B. *A. nigripes* (Bl.) Bedd. mit lineal länglichen, kaum gekrümmten Soris im östlichen Himalaya und China; *A. nipponicum* (Mett.) Diels, mit kriechendem Rhizome, Japan, China; das sehr fein zerteilte *A. fimbriatum* (Wall.) Moore, im östlichen Himalaya von 1500—4000 m; *A. lastreoides* Bak. in Westchina; das weniger stark gegliederte, durch lederige Textur abweichende *A. oxyphyllum* (Hook.) Moore von Indien bis Japan, bei dem das Indusium zuweilen stark verkümmert. — Auch *A. Newtoni* (Bak.) von St. Thomé, Westafrika, stellt der Autor in diese Verwandtschaft.

B. Blätter dreieckig.

Ba. Letzte Segmente gekerbt: *A. crenatum* Rupr., Rhizom dünn, kriechend, dunkelbeschuppt. Blattstiel 0,2 m lang. Spreite etwas länger, drei- bis vierfach fiederspaltig, von zarter Consistenz und lebhaftem Grün. Nördliches Eurasien von Norwegen bis Kamtschatka, Nordchina und Japan. — **Bb.** Letzte Segmente spitz-gezähnt, Zähne oft etwas spinulos: *A. spinulosum* (Maxim.) Christ (incl. *Asplenium subtriangulare* Hook.). Rhizom hellbraun beschuppt. Sori zahlreicher als bei vorigem, sonst sehr ähnlich. Sikkim, Gebirge Chinas bis zur Mandschurei und Korea. — Das von Hooker hierneben gestellte *Asplenium medium* Hook. (Tristan d'Acunha) kenne ich nicht.

41. **Diplazium** Sw. (incl. *Anisogonium* Presl, *Callipteris* Bory, *Callogramme* Fée, *Digrammaria* Hook. non Presl, *Hemidictyon* Presl, *Lotzea* Kl. & Karst., *Microstegia* Presl, *Ochlogramma* Presl, *Oxygonium* Presl, *Pteriglyphis* Fée, *Triblemma* J. Sm. — *Asplenii* sp. autt. et Hk. Bk.). Sori gerade, lineal, den fertilen Adern seitlich angeheftet. An der

untersten akroskopen Ader III. beiderseits 1, an den übrigen entweder 0 oder nur an einer Seite ein Sorus (Fig. 121, *B—D*). Indusium am Grunde der Länge nach angewachsen, von der Form des Sorus, meist fest häutig, an Nachbar-Soris sich nach entgegengesetzter Richtung öffnend. — B. verschieden. Blattstiel ungegliedert angefügt, mit 2 Leitbündeln, welche oberwärts in 1 peripherischen, halbcylindrischen Strang verschmelzen. Abschnitte der Spreite oft keilig, häufig akroskop gefördert. Untere Seitenadern meist gefiedert. Spreuschuppen mit gleichmäßig zarten Zell-Wänden und meist dunkelfarbigem Lumen, zuweilen dunkler gesäumt, nie mit »Scheinnerv«, ohne Drüsen (vgl. Fig. 40, *A* [S. 59]).

60—70 Arten in den feuchteren Tropenländern und einigen subtropischen Gebieten. Die Zahl der publicierten Species ist für beide Erdhälften annähernd gleich.

Der zur Abgrenzung gegen *Asplenium* von Presl zuerst benutzte Charakter des Sorus diplazioideus hat nur insofern Wichtigkeit, als er bei *Asplenium* gewissermaßen als Ausnahme vorkommt, wenigstens ungleich seltener auftritt als bei *Diplazium*. Die Ursache dazu liegt aber nicht im Sorus selbst, sondern in der Aderung. Denn wie Mettenius (Filic. Hort. Bot. Lips. S. 68) ausführlich darlegt, gelten für die Fructification beider Genera die gleichen Regeln: 1) Alle ungeteilten Secundäradern richten die Sori gegen diejenige Rippe, woher sie selbst ihren Ursprung nehmen. 2) Bei gegabelten Secundäradern trägt der akroskope Zweig den Sorus intrors, der basiskope ist steril. In selbständiger gewordenen Abschnitten kommt es vor, dass der akroskope Zweig neben dem introrsen noch einen extrorsen Sorus, und der basiskope Zweig einen introrsen Sorus entwickelt. 3) Bei gefiederten Secundäradern trägt der unterste akroskope Zweig stets beiderseits je 1 Sorus (S. diplazioideus), alle anderen nur auf 1 Seite einen introrsen oder sind steril.

Dagegen scheinen die von Milde gefundenen anatomischen Merkmale zur Abgrenzung beider Genera wohl brauchbar.

Sect. I. *Eudiplazium* Christ. Adern frei.

A. B. einfach ungeteilt oder nach vorn zu gekerbt bis gesägt.

Aa. Rhizom kriechend: *D. lanceum* (Thunb.) Presl (*Triblemma* J. Sm.). B. an mäßigem Stiele etwa 0,3 m lang, 3 cm breit, beiderseits verschmälert. Seitenadern I. gefiedert. Sori lineal, von der Mittelrippe etwas entfernt (Fig. 121, *A*). Ostasien, von Nepal und Ceylon bis Japan. — *D. subserratum* (Bl.) Moore vertritt vorige in Hinterindien und auf Java. — **Ab.** Rhizom aufrecht: *D. plantagineum* (L.) Sw. erheblich größer als vorige, am oberen Ende des Stieles häufig Adventivknospen erzeugend. Sori meist länger. Neotropisch von Mexiko bis Brasilien.

B. B. fast bis zur Spindel fiederspaltig: *D. ceylanicum* (Hook.) Christ etwa von den Dimensionen des *D. lanceum*. Rhizom kriechend. Die unteren Segmente des Blattes bereits fast fiederartig, stumpf. Textur krautig. Im Urwalde Ceylons, von beschränkter Verbreitung. — *D. porphyrorachis* (Bak.) Diels (*Polypodium subserratum* Hook.). Rhizom aufrecht. Textur etwas starr. Malakka, Borneo, Celebes.

C. B. wenigstens in der unteren Hälfte meist durchweg einfach-gefiedert. — **Ca.** Fiedern I. ganzrandig oder seicht gelappt. — **Caα.** B. vorn in ein fiederspaltiges Endstück auslaufend. — **CaαI.** Fiedern I. höchstens 0,15 m lang, meist kürzer, oft gelappt. — **CaαI1.** Rhizom niederliegend: *D. silvaticum* Presl. Fiedern I. sehr kurz gestielt, am Grunde plötzlich zusammengezogen, von krautiger Textur. Sori ∞, von der Rippe bis zum Rande ausgedehnt. Sehr polymorpher Typus, in verschiedenen Formen fast in allen Tropengebieten vertreten. — **CaαI2.** Rhizom aufrecht: *D. crenato-serratum* (Bl.) Moore (*Asplenium porrectum* Wall.). Fiedern I. (wenigstens die unteren) gestielt, am Grunde beiderseits geöhrt, von fester Consistenz. Sori ähnlich voriger. In einigen Formen durch Hinterindien nach Malesien. — **CaαII.** Fiedern I. ausgewachsen wenigstens 0,2 m, meist länger, ganzrandig oder gezähnt bis gesägt. Große neotropische Arten. — **CaαII1.** Adern ∞, ungeteilt, selten einmal gegabelt: *D. Lechleri* (Mett.) Moore. B. an 1 m langem Stiele mit 1 m langer, 0,6 m breiter Spreite von starr-lederiger Textur. Fiedern I. oval, nur vorn gezähnelt, scharf zugespitzt. Sori schmal, nicht ganz bis zum Rande reichend. Südliches Central-, nordwestliches Südamerika. — **CaαII2.** Adern 2—3mal gegabelt, nur die untersten Seitenadern fertil: *D. grandifolium* Sw. B. an 0,2 m langem Stiele bis 0,7 m lang, dünn krautig. Von den Antillen bis Westindien in den unteren Regionen, in mehreren Formen. — **CaαII3.** Adern 4—5mal gegabelt (Fig. 121, *C*). Fast alle Seitenadern fertil: *D. celtidifolium* Kze., größer als vorige, Fiedern I. seicht gekerbt, Spindel oft fibrillös (Fig. 121, *B C*). Verbreitung wie vorige, ebenfalls einige Formen bekannt (z. B. *D. meniscioides* [Sodiro] Diels in Ecuador). —

Caβ. B. vorn eine den Seitenfiedern gleiche Endfieder tragend. — **CaβI.** Seitenfiedern 1—4 jederseits: *D. bantamense* Bl. Fiedern beiderseits verschmälert, fast ganzrandig. Benachbarte Seitenadern zuweilen anastomosierend (*D. lineolatum* Bl.). In den Paläotropen vom östlichen Vorderindien bis Melanesien. — **CaβII.** Seitenfiedern 10—∞ jederseits: *D. Callipteris* Fée. Stattlicher Farn mit fast baumartigem Stamme. Fiedern am Grunde beiderseits gleichmäßig abgerundet. Westindien und tropische Anden bis Peru. — *D. flavescens* (Mett.) Christ sehr ähnlich, doch größer und Seitenfiedern meist in etwas geringerer Anzahl; von gleicher Verbreitung.

Cb. Fiedern I. tiefer, die unteren bis zur Hälfte oder zwei Dritteln eingeschnitten.

Cbα. Fiedern I. akroskop stark gefördert. Ihre Seitenadern I. meist spitzwinklig von der Mittelrippe abgehend. — **CbαI.** Altweltliche Arten. Rhizom weithin kriechend: *D. Wichurae* (Mett.) Diels. B. an 0,25 m langem Stiele mit mindestens 0,3 m langer Spreite. Fiedern I. ∞, mäßig tief gelappt, Lappen gezähnt, am Grunde ein akroskopes Öhrchen. Mittelchina, Japan. Sehr nahe steht *D. longifolium* (Don.) Moore, aus dem östlichen Himalaya von 1800—2500 m. Tiefer reichen die Einschnitte bei *D. japonicum* (Thunb.) Christ, welche von den Bergen Südindiens (bis 2000 m) über den Himalaya nach China und Japan geht. Eine Reihe verwandter Formen, wie das allenthalben zottig behaarte *D. lasiopteris* Kze. bewohnen das gleiche Gebiet, andere besitzen localisiertere Areale (*D. Thwaitesii* Klotzsch auf Ceylon). — *D. tomentosum* Bl. hat etwas kürzere Fiedern; das unterste Paar ist abwärts gerichtet, Blattstiel und Spindel fein filzig. Hinterindien und Malesien. — **CbαII.** Neotropische Arten: *D. arboreum* (Willd.) Presl. Stamm ganz niedrig, nicht baumartig (irriger Name!) Blattstiel etwa 0,2 m lang, Spreite 0,4—0,5 m lang, Fiedern stumpf gelappt, am Grunde ein akroskopes Ohr oder ein tiefer getrennter Lappen. Bodenständig in Wäldern. Antillen und Venezuela. — *D. Shepherdi* (Spreng.) Link, voriger sehr ähnlich, nur tiefer gelappt und weniger deutlich geöhrt. Gemein von den Antillen bis Peru und Südbrasilien und beliebt in der Cultur. — *D. Franconis* (Mett.) Liebm. Fiedern noch mehr gegliedert, die untersten Segmente frei und ihrerseits wiederum gezähnt-gelappt. Westindien und tropische Anden.

Cbβ. Fiedern I. akroskop kaum gefördert. Ihre Seitenadern I. oft fast rechtwinklig von der Mittelrippe abgehend. — **CbβI.** Paläotropische Arten: *D. bulbiferum* Brack. (*Asplenium Brackenridgii* Bak.). B. etwa 0,2 m lang gestielt, Spreite doppelt länger. Fiedern I. beiderseits 6—9, untere gestielt, stumpf gelappt; in ihren Achseln oft proliferierend. Philippinen, Fiji-Inseln. — *D. Welwitschii* (Hook.) größer als voriges. Fiedern I. zahlreicher, in fast ganzrandige Segmente geschnitten. Sori relativ kurz. Angola. — *D. speciosum* Bl. Weit größer. B. gegen 1,5 m lang. Fiedern I. beiderseits 15—20, untere gestielt, in etwas entfernte, schmale, oft gezähnte Segmente geschnitten. Sori länger als bei voriger. Laub beim Trocknen sich schwärzend. Südost-Asien, und in ähnlichen Formen bis Polynesien und Ostaustralien. — **CbβII.** Neotropische Arten: *D. striatum* (L.) Presl (*Asplenium crenulatum* (Liebm.) Bak.). Stamm aufrecht, fast baumartig. B. etwa 1,5 m lang, krautig, mit abwechselnd gestellten Fiedern, die in ∞ breite Lappen regelmäßig geschnitten sind. Sori mäßig lang. Indusium oft dünn und hinfällig, zuweilen fehlend (z. B. *Asplenium Lindbergii* Mett., *Gymnogramme grandis* Bak.). Neotropen. In Cultur. — *D. costale* (Sw.) Presl. Noch größer als vorige, Fiedern oft 0,3 m lang, 8 cm breit, die Lappen tiefer reichend, von festerer, fast lederartiger Textur. Verbreitung voriger ähnlich. — *D. induratum* Christ wenig von vorigen verschieden. Costarica.

D. B. doppelt gefiedert.

Da. Fiedern II. gezähnt oder seicht (höchstens bis zur Mitte) gelappt. — **Daα.** Rhizom kriechend: *D. virescens* Kze. B. etwa 0,15 m gestielt, Spreite 0,3 m lang, dreieckig. Sori ziemlich klein. Japan. — **Daβ.** Rhizom aufrecht. — **DaβI.** Fiedern II. nur gezähnt: *D. nervosum* (Mett.) Diels. Groß. Spindel dicht schuppig, B. unterseits behaart. Columbien. — *D. venulosum* (Bak.) Diels unterscheidet sich von voriger durch den Mangel des Indumentes. Ecuador. — **DaβII.** Fiedern II. stumpf gelappt: *D. latifolium* (Don) Moore. Stamm aufrecht, oft fast baumartig. Blattstiel am Grund braunschuppig, Spreite 1 m und mehr, dreieckig, mit 10—12 Fiedern I. jederseits. Indien und Malesien, noch in Südchina. — **DaβIII.** Fiedern II. sichelig gelappt: *D. cyatheïfolium* Bory von den Philippinen und (nach Mettenius) bis Melanesien.

Db. Fiedern II. über die Mitte hinaus gelappt. — **Dbα.** Rhizom schief: *D. arborescens* Mett. B. sehr ansehnlich, weit über 1 m lang, bis 0,6 m breit, krautig. Tropisches Afrika, Comoren, Madagascar, Maskarenen. — Mehrere ähnliche Arten setzt Hooker-Baker (Syn. p. 240) dazu in nächste Beziehung, doch bedarf die Wachstums-Weise des Rhizoms noch der Prüfung: z. B. *D. Loddigesii* J. Sm. (St. Helena), *D. coriaceum* Carr. (Melanesien, Fiji), *D. Arnottii* (Bak.) Diels, gemein in den Wäldern der Sandwichinseln und dort oft größere Strecken

überziehend; *D. amplissimum* (Bak.) Diels von den Molukken. — **Dbβ.** Stamm aufrecht: — **DbβI.** Paläotropische Arten: *D. polypodioides* Bl. Stamm fast baumartig, am Scheitel braunbeschuppt. B. wie bei voriger. Fiedern II. in ∞ schmale, kleingezähnte Lappen geteilt. Sori fast den Rand erreichend. Indomalesischer Typus, der zahlreiche Nebenformen besitzt:

Fig. 121. *A—D, F Diplazium* Sw.: *A D. lanceum* (Thunb.) Presl, Habitus; *B D. celtidifolium* Kze., *B* Fieder I., *C* Teil der Hälfte einer Fieder I. mit Aderung und Soris; *D D. radicans* (Schk.) Presl: Teil einer Fieder II. mit Aderung und Soris; *F D. marginatum* (L.) Diels: Teil der Hälfte einer Fieder I. mit Aderung. — *E Allantodia javanica* (Bl.) Bedd.: Teil der Hälfte einer Fieder mit Aderung und Soris. (*B, C* nach Mettenius, sonst Original.)

z. B. *D. Griffithii* Moore mit lang zugespitzten Fiedern II. und kürzeren Soris; *D. melanochlamys* (Hook.) Moore mit kohlschwarzem Indusium, in Melanesien und auf Lord Howe Island. — *D. Wheeleri* (Bak.) Diels. B. bedeutend kleiner. Spreite dreieckig, häutig, etwa 0,5 m

lang. Japan. Mir unbekannt. — **DbβII.** Neotropische Arten. — **DbβIII.** Sori kurz: *D. pulicosum* (Hook.) Moore. B. flaumig oder filzig behaart. Ecuador. — *D. hians* Kze. B. kahl. Indusium geschwollen. Westindien und mittlere Regionen der nördlichen Anden. — **DbβII2.** Sori den Rand fast erreichend: *D. radicans* (Schk.) Presl. Stamm aufrecht, fast baumartig. B. 0,6 m lang gestielt, Spreite 1,5 m lang und mehr, oft 1 m breit, dreieckig, dünnkrautig. Fiedern II. mit 2,5 cm langen, 1 cm breiten, gekerbten Segmenten (Fig. 121, *D*). Sehr verbreiteter Farn des gesamten neotropischen Reiches, an den sich mehrere andere Species innig anschließen, z. B. *D. venulosum* (Bak.) Diels, mit lederigen B., *D. vastum* Mett. mit schmäleren Segmenten, beide in den nördlichen Anden. In Cultur. — Ein sehr großer, oft 50 cm hohen baumartigen Stamm entwickelnder Farn dieser Gruppe ist *D. leptochlamys* (Sodiro) Diels, ausgezeichnet durch große Sori, in einigen Punkten an *Gymnogrammineae* erinnernd. In Ecuador gegen 3000 m ü. M.

E. B. dreifach gefiedert. Sori häufig zum Teil einfach, d. h. nicht diplazioid.

Ea. Fiedern III. ziemlich seicht gelappt: *D. Wilsoni* (Bak.) Diels, Jamaica; folgenden sehr nahe stehend. — **Eb.** Fiedern III. fiederspaltig: *D. sandwichianum* Mett. Blattstiel etwa 0,6 m lang, wie die Rachis braun-filzig. Blattspreite bis 1 m lang, 0,6 m breit. Sori den Rand nicht erreichend. Sandwichinseln, nördliche Anden. — *D. divisissimum* (Bak.) Christ. B. größer und noch feiner gegliedert als bei voriger, Rachis kahl. Ecuador. — Einige verwandte Formen ebenfalls in den tropischen Anden.

Sect. II. *Callipteris* Bory als Gatt. (*Anisogonium* Presl als Gatt.). Aderngruppen nach Art von *Nephrodium* durch Anastomose der benachbarten Seitenadern mit einander verbunden.

A. B. ganz oder einfach gefiedert.

Aa. B. ungeteilt oder gefiedert, dann mit einer den Seitenfiedern gleichen Endfieder.

Die hergehörigen Arten variieren alle mit einfachem oder drei- bis mehrfiedrigem Blatte und stehen sich sehr nahe: *D. Virchowii* (Kuhn). B. einfach-lanzettlich. Madagascar. — *D. Corderoi* Sodiro. B. einfach gelappt. Ecuador in der tropischen Region. — *D. ternatum* (Hook.) Liebm. Blattstiel etwa 0,15 m lang, Spreite mit großer Endfieder und zwei kleineren Seitenlappen. Mexiko. — *D. cordifolium* Bl. (*Oxygonium* Presl als Gatt.) Blattstiel 0,2 m lang, Spreite 0,3 m lang, 0,1 m breit, meist einfach, am Grunde herzförmig, selten 1—2paarig gefiedert, kahl. Sori ∞, lang. Tropisches Afrika, malagassische Region, Malesien bis Polynesien und Nordaustralien. Nahe verwandte Arten im malesischen Gebiet. *D. lineolatum* Bl. geht bis Japan.

Ab. B. einfach-gefiedert mit fiederspaltigem Endstück. — **Abα.** Fiedern höchstens 0,1 m lang: *D. heterophlebium* (Mett.) Diels. B. mit 0,3 m langem Stiele, bis 0,5 m langer Spreite, die 6—8 gegenständige, am Grunde herzförmige, am Rande gewellte Fiedern von dünnkrautiger Textur trägt. Rachis behaart, Flächen kahl. Himalaya von Nepal bis Mischmi. — In die Nähe wohl *D. hemionitideum* Christ aus Südchina. — **Abβ.** Fiedern mindestens 0,15 bis 0,2 m lang, meist länger. — **AbβI.** Fiedern I. gestielt: *D. ochraceum* Sodiro in Ecuador bei 1000 m ü. M. — **AbβII.** Fiedern I. sitzend. — **AbβII1.** Fiedern I. schwach gelappt. *D. decussatum* (Sw.) J. Sm. Rhizom kriechend. B. mit 0,4 m langem Stiele, oft kurzbestachelt, Spreite über 1 m lang, oft proliferierend. Fiedern I. zahlreich, am Rande seicht gelappt. Sori sehr regelmäßig, fast auf jeder Seitenader, nur die Mittelrippe jeder Gruppe steril. Paläotropisch, doch in Vorderindien fehlend. Östlich bis Queensland und Polynesien. — Dieselbe Sterilität der Mittelrippe kennzeichnet auch *D. rivale* (Spruce) Diels, einem von mehreren neotropischen Vertretern des *Decussatum*-Typus, von Spruce im tropischen Ecuador gefunden. Ebendort entdeckte er das noch gigantischere *D. chimborazense* (Spruce) Christ mit 1 m lang gestielten, mit 2 m langer, 1 m breiter Spreite versehenen Blättern. Neben beiden noch mehrere ähnliche Formen. (*D. macrodictyon* (Bak.) Diels u. a.) — **AbβII2.** Fiedern I. tief fiederspaltig: *D. ceratolepis* Christ. Fast so groß wie *D. chimborazense*, Fiedern durch die sehr hervorstehende Anastomose der untersten Seitenadern-Paare ausgezeichnet (dadurch an *Hemitelia horrida* erinnernd), Stiel, Spindel und Rippen behaart und mit eigentümlich bewimperten Borsten besetzt. Indusium verkümmert oder fehlend. Costarica.

B. B. doppelt gefiedert.

Ba. Fiedern II. fast ganzrandig: *D. Smithianum* (Bak.) Diels. Stamm schief, liegend. Spindel kurzstachelig; ähnlich *D. latifolium*. Ceylon, Celebes.

Bb. Fiedern II. gelappt: *D. esculentum* (Retz.) Sw. Stamm aufrecht, fast baumartig. B. an 0,6 m langem Stiele, die Spreite 2 m lang. Fiedern II. häufig geöhrt. Gemeiner indomalesischer Tropenfarn, der übrigens mit zahlreichen Übergangsstufen sich an einfach-gefiederte Arten anschließt. Östlich erreicht sein Formenkreis Queensland und Fiji. Die jungen Sprosse geben ein mit Spargel vergleichbares Gemüse.

Sect. III. *Hemidictyon* Presl.

Adern ∞ parallel, dem Rande zu vielfach verzweigt und anastomosierend und durch einen Marginalstrang verbunden (Fig. 121, *F*). Sori einzeln, dem freien Teile der Adern folgend.

D. marginatum (L.) Diels. Stamm holzig, aufrecht, kräftig. B. an 1 m langem, hartem Stiele und 2 m langer, einfach gefiederter, dünnkrautiger Spreite. Fiedern I. gegenständig, einige Paare, die untersten bis 0,5 m lang, 0,1 m breit, eilänglich, kurzgespitzt, am Grunde stumpf oder herzförmig. Sehr stattlicher Waldfarn des gesamten feuchten neotropischen Reiches.

42. Allantodia R. Br. pt. Sori länglich-lineal. Indusium häutig, von der Gestalt des Sorus, in der Mitte unregelmäßig zerreißend (Fig. 121, *E*). B. einfach-gefiedert. Seitenadern II. nahe der Rippe gegabelt, in der vorderen Hälfte anastomosierend und 2—3 Reihen sechseckiger Maschen bildend, unweit des Randes durch einen Verbindungsstrang begrenzt. Sonst wie *Diplazium* (Fig. 121, *E*).

1 Art der östlichen Paläotropen, hinsichtlich ihrer systematischen Stellung noch unsicher.

A. javanica (Bl.) Bedd. (*A. Brunoniana* Wall.) Rhizom bis 5 cm hoch. B. mit oft 0,3 m langem Stiele und 0,6 m hoher, 0,3 m breiter, gefiederter, kahler, dünnhäutiger Spreite. Fie-

Fig. 122. *C*, *D* *Triphlebia* Bak.: *D* *T. pinnata* (J. Sm.) Bak.: Teil eines B. mit Aderung und Soris; *C* *T. dimorphophylla* Bak.: Habitus. — *A*, *B* *Diplora integrifolia* Bak.: *A* Habitus; *B* Teil eines B. mit Aderung und Soris. (*A*, *B*, *D* nach Hooker's Icones; *C* nach Baker in Beccari's Malesia).

dern oval-lanzettlich, unten ganzrandig, der Spitze zu gezähnelt. Schattige, feuchte Wälder. Himalaya (zwischen 1000 und 2000 m) von Nepal ostwärts, Ceylon, Südchina, Hinterindien, durch Malesien bis Neucaledonien, Samoa, Fiji, Tahiti.

43. **Triphlebia** Bak. (incl. *Micropodium* Mett. pt.). Sori auf besonderem Receptaculum zwischen zwei Nachbaradern. Indusien auf den Adern, paarweise nach dem Sorus hin sich öffnend. Sonst ähnlich *Asplenium* (Fig. 122, *C*, *D*).

Beschrieben wurden 4 Arten Ostmalesiens und Papuasiens.

Diese Gattung nehme ich auf Baker's Autorität hin an, ohne selbst genügendes Material gesehen zu haben. Jedenfalls ist ihre Selbständigkeit nicht gesichert, bevor eingehendere Untersuchungen über den Bau des Sorus und der Indusien vorliegen.

A. B. monomorph.

Aa. B. ungeteilt: *T. longifolia* (Presl) Bak. vielleicht ein unentwickeltes Stadium der folgenden *T. pinnata* (J. Sm.) Bak. Philippinen. — *T. Linza* (Cesati) Bak. B. lanzettlich, häutig, kahl, bis 0,3 m lang, am Rande ± unregelmäßig gelappt. Receptaculum undeutlich. Baum-Epiphyt Neuguineas.

Ab. B. gefiedert:

T. pinnata (J. Sm.) Bak. B. 0,6—1,2 m lang, kahl, länglich-dreieckig. Endfieder an der Spitze sprossend, Seitenfiedern 1—6 jederseits, ganzrandig, Seitenadern frei, gegabelt. Sori zahlreich, breit-lineal, schief (Fig. 122, *D*). Philippinen.

B. B. dimorph: *T. dimorphophylla* Bak. (*Asplenium subserratum* Cesati) (Fig. 122, *C*). Epiphytisch in den Urwäldern Nordwest-Neuguineas.

44. **Diplora** Bak. Sori auf besonderem Receptaculum, das längs der Adern verläuft. 2 Indusien an einer Ader befestigt und den Sorus bedeckend, sich gegen einander öffnend. — B. ungeteilt. Adern frei. Sonst mit *Asplenium* (Fig. 122, *A*, *B*) übereinstimmend.

Die einzige Art dieser noch etwas problematischen Gattung wurde auf den Salomons-Inseln gefunden.

D. integrifolia Bak. Habitus von *Diplazium lanceum* (Thunb.) Presl. Rhizom weit kriechend. B. kurzgestielt, gegliedert abgesetzt, etwa 0,3 m lang, kahl, häutig. Adern einfach oder gegabelt. Sori breit, schief, von der Rippe zum Rande reichend. Salomons-Inseln.

45. **Scolopendrium** Sm. (incl. *Antigramme* Presl, *Camptosorus* Link, *Phyllitis* Siegesb., Newm., *Schaffneria* Fée). Sori länglich, einseitig der fertilen Ader angeheftet, aber paarweise genähert. Indusium von der Gestalt des Sorus, die Indusien eines Paares gegeneinander sich öffnend (Fig. 62, *A* (S. 86) 123, *B*). Sporen bilateral. — B. gebüschelt, ungeteilt, ganzrandig oder gelappt. Blattstiel ungegliedert. Leitbündel wie bei *Asplenium*. Spreuschuppen »gegittert« wie bei *Asplenium* (vgl. Fig. 40, *B* [S. 59]).

Das Verhältnis der im Sinne Hooker's hier vereint gehaltenen Arten bedarf noch näherer Prüfung. Sämtliche 4 Sectionen stellen etwas isolierte Typen dar. Über die Verbreitung s. die einzelnen Sectionen.

Sect. I. *Euscolopendrium* Hook. Mittelrippe deutlich. Seitenadern frei. B. nicht caudat zugespitzt, nicht wurzelnd. 2 Arten in disjunkten Arealen auf der nördlichen Hemisphäre. **A.** B. zungenförmig, am Grunde herzförmig: *S. vulgare* Sm. Rhizom aufrecht oder aufsteigend. B. ziemlich kurzgestielt, Spreite 0,15—0,6 m lang, zuweilen noch länger, 3—8 cm breit, fast lederig, etwas glänzend. Seitenadern am Ende verdickt (Fig. 123, *A*, *B*). Feuchte, schattige Felsen. Makaronesien, feuchtere Gebiete West-, Mittel- und Südeuropas, Gebirge Südwestasiens, Japan, Nordamerika, Mexiko, in den Gebirgen ziemlich hoch aufsteigend. Die Pflanze neigt namentlich in der Cultur außerordentlich zu Monstrositäten; man kennt eine große Reihe zum Teil interessanter Missbildungen. Officinell waren früher die B. der Pflanze unter der Bezeichnung Herba linguae cervinae s. phyllitidis s. scolopendrii) als Wundmittel und gegen Milzkrankheiten. — **B.** B. am Grunde herzspießförmig: *S. hemionitis* Lag. B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,1—0,15 m langer Spreite. Primärblätter von den späteren oft recht verschieden gestaltet, weniger gegliedert. Seitenadern am Ende nicht verdickt. An ähnlichen Standorten wie vorige. Mediterrangebiet östlich bis Syrien, nur in der westlichen Hälfte des Areals etwas verbreitet, nirgends häufig. Eine interessante halbabnorme Form mit 1—7 unregelmäßigen Lappen an der Spreite, *S. hybridum* Milde, wurde auf Lussin (Quarnero) beobachtet.

Fossil wurde *Scolopendrium vulgare* in diluvialen Süßwassertuffen Centraleuropas gefunden. (H. Potonié).

Sect. II. *Camptosorus* Link. Mittelrippe deutlich. Seitenadern frei oder am Grunde anastomosierend (Fig. 123, *D*). B. etwas dimorph, caudat-zugespitzt, oft wurzelnd. Sori etwas gekrümmt. 3 Arten in Ostasien und dem atlant. Nordamerika.

Fig. 123. *A*, *B Scolopendrium vulgare* Sm.: *A* Habitus; *B* Teil eines B. mit Aderung und Soris; *C*, *D S. rhizophyllum* (L.) Hook.: *C* Habitus; *D* Schema der Aderung. (*A*, *C* Original; *B* nach Luerssen in Rabenhorst; *D* nach Mettenius.)

A. B. nach dem Grunde allmählich verschmälert: *S. sibiricum* (Rupr.) Hook. B. mit 5—7 cm langem Stiele. Sterile Spreite eiförmig, nur 2—3 cm lang, kaum 1 cm breit, fertile länger, schmäler. Seitenadern am Grunde anastomosierend. Östliches Sibirien, Kamtschatka, China, Japan. — **B.** B. am Grunde herzförmig: *S. pinnatifidum* (Nutt.) Diels (*Asplenium pinnatifidum*

Nutt. autt., Hk. Bk.) Seitenadern frei; größer als vorige, sonst außer der Spreitenbasis kaum verschieden. Felsen, Atlantisches Nordamerika zwischen 30° und 40° n. Br. — *S. rhizophyllum* (L.) Hook. »Walking leaf«. Seitenadern am Grunde anastomosierend (Fig. 123, *C*, *D*). Schattige

Fig. 124. *E Scolopendrium brasiliense* Kunze: Teil eines B. mit Aderung und Soris; *F S. Delavayi* Franch.: Habitus; *G—H S. nigripes* Hook.: *G* Habitus; *H* B. mit Aderung und Soris. (*E* nach Flor. Brasil., *F* nach Clarke; *G*, *H* Original.)

Kalkfelsen des atlantischen Nordamerika von Kanada bis Kansas und Nordkarolina. Selten. Als Bastard von *S. rhizophyllum* und *Asplenium platyneuron* (s. S. 236) wird *Asplenium ebenoides* R. R. Scott angesehen, eine Seltenheit des atlantischen Nordamerika.

Sect. III. *Antigramme* Presl. Mittelrippe deutlich. Seitenadern nach vorn zu anastomosierend. 4 Arten in Südbrasilien. — **A.** B. kurz gestielt, dem Grunde zu allmählich verschmälert: *S. subsessile* Fée. B. länglich, schmal. Südostbrasilien. — *S. brasiliense* Kunze. B. 0,15—0,3 m lang, ganzrandig, lederig, breiter als bei voriger (Fig. 124, *E*). Wälder Südostbrasiliens. — *S. Balansae* Bak. noch größer als vorige, weniger lederig, den Übergang zu folgender vermittelnd. Feuchtschattige Felsen in Südbrasilien, Gran Chaco, Paraguay.

B. B. länger gestielt, am Grunde gerundet oder herzförmig: *S. plantagineum* Schrad. Habitus der vorigen. Südostbrasilien.

Sect. IV. *Schaffneria* Fée. Mittelrippe fehlt. Adern fächerartig ausstrahlend, frei oder nach vorn zu anastomosierend. 1 Art von zweifelhafter Verwandtschaft im Gebirge des nördlichen Hinterindien, 1 zweite in Mexiko und Guatemala. — **A.** Adern frei: *S. Delavayi* Franch. B. klein, kreisrund (Fig. 124, *F*.). Schattige Felsschluchten, Gebirge des nördlichen Hinterindien und Yünnans. Vielleicht besser mit *Euscolopendrium* zu verbinden. — **B.** Adern nach vorn zu etwas anastomosierend: *S. nigripes* (Fée) Hook. B. mit schwarzglänzendem, bis 5 cm langem Stiele. Spreite 2—4 cm im Durchmesser, dick, innen aus luftreichem Schwammgewebe bestehend (Fig. 124, *G*, *H*). Mexiko, Guatemala, nach Fée an sumpfigen Stellen.

46. **Asplenium** L. (incl. *Acropteris* Link non Fée, *Amesium* Newm., *Asplenidictyum* J. Sm., *Caenopteris* Berg, *Cheilosorus* Mett., *Darea* Willd., *Dareastrum* Fée, *Loxoscaphe* Moore, *Micropodium* Mett. pt., *Neottopteris* J. Sm., *Onopteris* Neck., *Phyllitis* Mönch., *Tarachia* Presl, *Thamnopteris* Presl). Sori gerade, lineal, der fertilen Ader seitlich angeheftet, meist nur 1 an der introrsen gewandten Seite. Indusium seitlich der Länge der angewachsen, von der Form des Sorus, meist vorwiegend intrors (Fig. 125, *A*). Sporen bilateral. — B. ungeteilt bis mehrfach zusammengesetzt. Blattstiel ungegliedert dem Rhizome angefügt, mit 1 oder 2 oberwärts in einen centralen ± cylindrischen bis vierkantigen Strang verschmelzenden Leitbündeln (Fig. 125, *B*—*D*). Segmente der Spreite meist akroskop gefördert. Spreuschuppen (»gegittert« Milde) mit starkwandigen Zellen, deren Wände meist rotbraun gefärbt, die Lumina farblos sind; häufig sind die Zellen in der Mitte der Schuppe enger, wodurch ein »Scheinnerv« entsteht (Fig. 40, *B* (S. 59)).

In dem hier gewählten Umfange etwa 150—200 Species enthaltende Gattung von kosmopolitischer Verbreitung, verhältnismäßig noch reichlich vertreten in den gemäßigten Regionen; dort namentlich die minder compliciert gegliederten Typen in z. T. gut charakterisierten Formen.

Litteratur: Mettenius, Über einige Farngattungen: VI. *Asplenium*. Abhandlungen der Senckenberg. naturforsch. Gesellschaft zu Frankfurt a. M. III. 56. — v. Heufler, *Asplenii* Species Europaeae. Verhandl. zool.-botan. Gesellsch. Wien 1856. 235—354. — Milde, Über *Athyrium*, *Asplenium* und Verwandte. Botan. Zeit. 1866, 373, 1870, S. 329 ff.

Eine der schwierigsten Gattungen der Polypodiaceae, die trotz mehrerer specieller Untersuchungen noch wenig befriedigend dargestellt werden kann. Die polyphyletische Entstehung der nach dem Grade der Blattzerteilung sich ergebenden Gruppen ist hier so augenfällig wie selten. Es bleibt demnach eine lohnende Aufgabe der Zukunft, Einteilungsprincipien für ein auf wirkliche Verwandtschaft gegründetes System zu ermitteln. Mehrere für gewisse Kreise höchst beachtenswerte Beiträge in diesem Sinne lieferten Luerssen (Schenck & Luerssen, Mitteil. a. d. Gesamtgebiet d. Bot. I (1871) 145 ff.) und namentlich Hillebrand (Flora Hawaiian Isl. p. XXVI ff., 591 ff.).

Sect. I. *Neottopteris* J. Sm. (als Gatt.) (incl. *Thamnopteris* Presl.) B. ungeteilt, länglich, ± ganzrandig.

A. Rhizom kopfig. B. gebüschelt.

Aa. B. ganzrandig. — **Aaα.** Adern frei (Fig. 125, *G*). — **AaαI.** Seitenadern von der Mittelrippe in sehr spitzem Winkel aufsteigend: *A. ensiforme* Wall., 0,2—0,4 m hoch. B. lineal, nur 2 cm breit (Fig. 125 *F*). Indien, Ceylon, Birma, im Himalaya bis 2700 m. — **AaαII.** Seitenadern von der Mittelrippe in mäßig spitzem, oft fast rechtem Winkel abgehend. — 1. Blattstiel nicht beschuppt: *A. sinuatum* Beauv. B. etwa 0,6 m lang, am Rande gewellt. Sori von der Mittelrippe nahe zum Rande reichend. Typus einer Gruppe eng verbundener Formen des tropischen Westafrika. — 2. Blattstiel und unterer Teil der Spindel beschuppt: *A. squamulatum* Bl. Sehr lederiger Farn, etwas kleiner als voriger. Java. — **Aaβ.** Adern am Rande mit einander verbunden (Fig. 125, *E*) (*Thamnopteris* Presl): *A. Nidus* L. B. kahl, bis über

1 m lang und 0,2 m breit, doch von sehr wechselnden Dimensionen, fleischig-lederig. Seitenadern zahlreich, parallel, fast rechtwinkelig abstehend, unweit des Randes gekrümmt und in die Nachbaradern einmündend. Sori ∞, schmal, die unteren zwei Drittel der Adern einnehmend (Fig. 125, *E*). Verbreiteter Felsenfarn oder Epiphyt in den Waldgebieten der östlich-paläotropischen Flora, von den Comoren bis Japan und Ostaustralien. — Von seinen ± abweichenden Formen fällt auf durch breit geflügelten Blattstiel und der ganzen Länge nach fertile Adern: *A. Grevillei* Wall. aus Oberbirma.

Ab. B. (wenigstens im vorderen Teile und in der Jugend) gekerbt oder gesägt. Habitus der vorigen und eng damit verwandt: *A. Griffithianum* Hook. Östliche Himalaya-Region

Fig. 125. *Asplenium* L. I.: *A* Teil eines Blatt-Querschnittes mit Soris und Indusien von *A. Trichomanes* L. *B—D* Querschnitte durch den Blattstiel von *A. Adiantum nigrum* L.: *B* aus der Mitte, *C* dicht unterhalb der Spreite, *D* dicht über der Basis. — *E A. Nidus* L.: Teil der Hälfte eines Blattes mit Aderung und Soris; *F, G A. ensiforme* Wall.: *F* Habitus, *G* Teil der Hälfte eines Blattes mit Aderung und Soris; *H A. Hemionitis* L.: Blatt. (*A* nach Metteniu s; *B—D* nach Luerssen; sonst Original.)

und angrenzende Gebiete Hinterindiens. — *A. Gautieri* Hook., viel kleiner als vorige und von krautiger Textur, die kleinste und zarteste Art der Gruppe. Madagascar. — *A. serratum* L. B. spitz, 0,4—0,9 m lang, im Umriss wechselnd. Steht *A. Nidus* L. ganz nahe und vertritt sie im neotropischen Gebiete von den Antillen bis Peru und Südbrasilien. Entsprechende Formen des *Nidus*-Typus kennt man aus Westafrika und von den Gesellschaftsinseln.

B. Rhizom kriechend. B. gereiht (*Micropodium* Mett. pt.). Malesisch-polynesische Arten. — **Ba.** Blattstiel kahl: *A. vittaeforme* Cav. B. lanzettlich, schwach gezähnt, lang zugespitzt.

— **Bb.** Blattstiel beschuppt, B. fast ganzrandig. — **Bbα.** B. zugespitzt: *A. scolopendroides* J. Sm. (Philippinen), *A. simplicifrons* F. v. M. (Nordaustralien). — **Bbβ.** B. oft in eine sprossende Knospe endigend: *A. amboinense* Willd. B. 0,2 m lang, etwa 3 cm breit, in Melanesien und Polynesien ziemlich verbreitet.

Sect. II. *Hemionitidastrum* Fée (*Tarachia* Presl pt.). B. ± dreieckig, mit 2 Seitenlappen am Grunde, sonst ganzrandig (Fig. 125, *H*).

A. Hemionitis L. Rhizom kurz. B. gebüschelt, mit 0,1 m langem Stiele und spießförmig-dreieckiger, 3—5lappiger Spreite von etwa 0,1—0,15 m Durchmesser. Textur krautig. Sori schmal, lang (Fig. 125, *H*). Makaronesien, nordwestlichstes Afrika, Westküste der iberischen Halbinsel.

Sect. III. *Acropteris* Link. (et Fée pt.). B. dichotom, hand- oder fiederförmig in 2—3, selten 5 lineal-keilförmige Segmente geteilt (Fig. 126, *A, B*). — Boreale, vorwiegend europäische Gruppe, von eigentümlichem Charakter.

A. Spreite kahl: *A. septentrionale* (L.) Hoffm. Rhizom kurz; B. gebüschelt-dichtrasig, 0,1—0,15 m hoch. Blattstiel lang, gerade; Fiedern lineal-keilförmig, zugespitzt gezähnt. Diese Zähnung ist eine Andeutung eigentlich stärkerer Gliederung des Blattes, die durch Verwachsung verwischt, doch an der Orientierung mancher Sori noch erkennbar ist (vgl. Döll, Flora v. Baden, S. 15 Anm.). Indusium ganzrandig. Gebirgsliebender Fels-Farn der nördlichen Halbkugel, kalkfeindlich: Nord- und Mitteleuropa, Gebirge der Mittelmeerländer, Nord- und Mittelasien bis zum Himalaya; ferner in den Gebirgen von Neumexiko. — In Europa sind an zahlreichen Stellen Mittelformen zwischen *A. Trichomanes* und *A. septentrionale* gefunden worden (z. B. *A. germanicum* Weis), welchen die Mehrzahl der neueren Autoren hybriden Ursprung zuspricht. — Erst in wenigen Exemplaren dagegen hat man den Mischling *A. septentrionale* × *Ruta muraria* beobachtet (in Schweden). — **B.** Spreite drüsig-behaart: *A. Seelosii* Leyb. Kleiner als vorige, B. bis 0,1 m lang. Blattstiel auswärts gekrümmt (Fig. 126, *A, B*). B. dreizählig, Fiedern rhombisch-länglich, gekerbt-gesägt. Indusium ausgefressen-gezähnelt. Versteckt in Felsritzen der Ostalpen 200—2000 m, abgesehen von einem Standort in Niederösterreich nur aus den südlichen Dolomitsystemen, Judicarien bis Krain, bekannt.

Sect. IV. *Euasplenium.* B. einfach- bis mehrfach-gefiedert.

§ I. *Pinnatae.* B. einfach-gefiedert.

A. Fiedern relativ kurz, meist nur wenig länger als breit, sitzend oder kurz gestielt (Fig. 126, *C*).

Aa. *Viridia.* Spindel weich, grün. Sehr nahe stehende Species gemäßigter Klimate.

Aaα. B. in ein Terminalsegment endigend. — **AaαI.** B. kaum dimorph. Fiedern jederseits bis 30, ziemlich genähert: *A. viride* Huds. B. 0,1—0,15 m hoch, lineal, meist nur sommergrün. Fiedern etwa 0,6 cm im Durchmesser, akroskop gefördert, in der Kerbung etwas variabel. Mittel- und Nordeuropa im Gebirge, besonders auf Kalk, in den Alpen bis 3000 m ansteigend; Gebirge des Mediterrangebietes, im Himalaya, Nordasien und Nordamerika. — In etwas abweichenden Formen derselbe Typus auch in den meisten übrigen für Farne zugänglichen Erdstrichen: *A. Kraussii* Moore in Südafrika, *A. fragile* Presl andin von Mexiko bis Peru sind traditionelle Species, die kaum durchgreifend von *A. viride* zu trennen sind. — *A. Gilliesianum* Hook., die letzte in den südlichen Anden ersetzend, kann an den scharfen Einschnitten der Fiedern erkannt werden. Sie leitet über zu *A. Lorentzii* Hieron. (nördliches Argentinien), dessen Fiedern eigentümlich schief-verlängert erscheinen. — **AaαII.** B. deutlich dimorph. Fiedern jederseits nur 6—10, unregelmäßig gekerbt, entfernt stehend: *A. dentatum* L. Fertile B. länger als die sterilen. Mittelamerika bis zur südlichen Union.

Aaβ. B. in eine wurzelnde Knospe endigend: *A. Harrisi* Jenman. Gebirge Jamaicas um 2000 m. — *A. projectum* Kunze. Zarteste und kleinste Form der Gruppe. Fiedern fast ganz. Tracht einer kleinen *Anagallis tenella*. Anden von Peru. — *A. vagans* Bak. B. von lederiger Textur. Westafrika und Madagascar. — *A. flabellifolium* Cav. Fiedern sehr entfernt stehend, breit-fächerförmig, zart. Australien, Neuseeland. — *A. Sandersoni* Hook. ausgezeichnet durch die gestielten, gesägten Fiedern, von denen fast nur die akroskope Hälfte entwickelt ist. Südostafrika, Comoren.

Eine Mittelform, vielleicht hybrider Natur, zwischen **Aa** und **Ab** ist *A. adulterinum* Milde, auf Serpentin im östlichen Mitteleuropa an mehreren Stellen zahlreich.

Ab. *Trichomanes.* Spindel starr, dunkelrotbraun.

Abα. B. kahl oder spärlich feinhaarig. — **AbαI.** Fiedern akroskop gefördert, doch auch die basiskope Hälfte deutlich entwickelt: *A. Trichomanes* L. Grundachse dick, spreuhaarig.

B. immergrün mit bis 7 cm langem, elastischem Stiele und 0,1—0,3 m langer Spreite. Fiedern zahlreich, abfällig. Sori ∞, oft die gesamten B. unterseits deckend (Fig. 126, *C*). Fast kosmopolitischer Felsenfarn, namentlich in den Gebirgen der gemäßigten Zonen, auch in den Tropen überall in den höheren Regionen: entsprechend dieser weiten Verbreitung epharmonisch mannigfach ausgestattet. Die B. als Herba Adianti rubri s. trichomanis früher officinell. — **Abα II.** Die basiskope Hälfte der Fiedern fast ganz unterdrückt; Fiedern etwas länger als bei I: *A. monanthemum* L. Größer als die typischen Formen von *A. Trichomanes*. Die Sori (meist 1—2) oft eine einzige dem Fiederrande parallele Linie bildend. An der Spindel oft Adventivknospen. Mit dem nahe verwandten, durch die größere Zahl der Sori (kaum durchgreifend) verschiedenen *A. normale* Don eine Parallelreihe zu I darstellend, von ähnlich weiter Verbreitung: Im ganzen subtropischen Amerika, Makaronesien, Afrika südlich der Sahara, Indien, Ostasien, Sandwichinseln. — **Abα III.** Fiedern akroskop geöhrt: *A. parvulum* Mart. et Gal. B. mit 2,5—5 cm langem Stiele und 0,07—0,25 m langer Spreite. Fiedern meist gegenständig, die unteren kürzer. Auf Kalk von Virginien bis Florida, Texas und Mexiko. Folgender sehr nahe stehend. — *A. platyneuron* (L.) Oakes (*A. ebeneum* Ait., Hk.Bk.). Größte Art der Gruppe, bis 0,5 m hoch, ausgezeichnet durch die streng alternierenden, um ihre eigene Breite von einander entfernt stehenden länglichen Fiedern. Sori etwa 10 jederseits. Kalkliebend. Im atlantischen Nordamerika, Antillen, nördlichen Anden. In Cultur. — *A. formosum* Willd., voriger ähnlich, doch die Zahl der Sori auf 2—4 jederseits beschränkt. Im tropischen Amerika, Westafrika, Südindien mit Ceylon. — **Abβ.** B. ± dicht drüsenhaarig: *A. Petrarchae* DC. Fiedern eiförmig bis länglich, tiefer eingeschnitten als bei fast allen Formen von **Abα**, häutig. Indusium unregelmäßig gezähnelt. In und an heißen Kalkfelsen, stets nahe der Küste. Westliches Mediterranbecken, ferner bei Fiume. Über die eigentümlichen Standorts-Bedingungen vgl. G. de Saporta in Bull. Soc. Bot. France XIV, 179 ff. (1867).

B. Fiedern zahlreich, länglich-lineal oder lineal, meist groß, spitz oder zugespitzt. Textur meist krautig. Aderung deutlich vortretend.

Ba. Fiedern am Grunde beiderseits ziemlich gleichmäßig entwickelt. — **Baα.** Seitenfiedern jederseits 2—9. — **Baα I.** Fiedern dem Grunde zu verschmälert: *A. salicifolium* *L.* Rhizom kurz, dick, mit rostfarbener Wolle bekleidet. Fiedern lanzettlich, fast ganzrandig, zugespitzt, 0,2 m lang, 0,3 m breit. Sori weder Rippe noch Rand erreichend. Indusium convex (Fig. 126, *D*). Neotropisch, von Westindien bis nach Südbrasilien. In Cultur. — *A. emarginatum* Beauv. Fiedern vorn ausgerandet, von krautiger Textur. Sori von der Rippe bis nahe zum Rande verlaufend. Urwälder Westafrikas. — *A. longicauda* Hook., voriger höchst ähnlich, doch die Spitze der Fiedern lang ausgezogen und meistens proliferierend. Sori die Rippe nicht berührend. Ebenfalls in Westafrika. — 2 verwandte Arten Madagascars sind *A. Poolii* Bak. und *A. pachysorum* Bak. — *A. vulcanicum* Bl. Großer Farn, B. mit 0,3 m langem Stiele und 0,6 m langer, 0,2 m breiter, am Rande gekerbt-gezähnter Spreite. Sori parallel, zahlreich und regelmäßig. Indusium breit. Malesien auf den Gebirgen. — **Baα II.** Fiedern am Grunde herzförmig: *A. salignum* Bl. B. mit langer, linealer Endfieder und 2—3 gegenständigen Fiedern jederseits. Java. — **Baβ.** Seitenfiedern jederseits 10—30. — **Baβ I.** Spindel nicht geflügelt. — **Baβ I1.** Adern einfach: *A. multilineatum* Hook. Rhizom kriechend. B. mit 0,25 m langem Stiele und etwa 0,5 m langer, 0,2 m breiter Spreite. Fiedern 0,15 m lang, unten ganzrandig, gegen die Spitze hin scharf gezähnt. Adern in einem Winkel von 70°—80° zur Rippe gestellt, zahlreich. Sori von der Rippe bis zum Rande reichend. An Stämmen der Urwälder hoch kletternd. Fiji, Samoa, angeblich auch Celebes. Polymorphe Art, zu der auch ein Teil des von den Autoren zu *A. rhizophorum* Hk.Bk. gerechneten Materiales gehört. — **Baβ I2.** Adern gegabelt: *A. longissimum* Bl. B. länglich-lanzettlich, an der Spitze proliferierend und wurzelnd, mit zahlreichen gezähnten Seitenfiedern. Maskarenen, Hinterindien, Malesien, nach Johow auch auf Juan Fernandez. — Durch deutlich gestielte Fiedern zeichnet sich vor ihm aus *A. Wightianum* Wall. von Indien und Ceylon. — **Baβ II.** Spindel der ganzen Länge nach geflügelt: *A. alatum* H.B.K. B. krautig, 0,3—0,45 m lang, mit 12—20 wagerecht abstehenden Fiedern jederseits, welche akroskop schwach bevorzugt, am Rande eingeschnitten gekerbt sind. Sori entfernt, weder Rippe noch Rand berührend. Im neotropischen Gebiete von den Antillen bis Südbrasilien.

Bb. Fiedern auf der akroskopen Seite gefördert, am Grunde recht- oder stumpfwinkelig (und daher zur Spindel ± parallel) abgestutzt. — **Bbα.** Sori sehr regelmäßig, oft genähert. — **Bbα I.** B. lederig: *A. hirtum* Kaulf. B. bis 0,8 m lang, mit ∞ Fiedern, die unteren verkürzt, vorn lang zugespitzt. Adern einfach. Schöner Farn der madagassischen und malesisch-papuasischen Gebiete bis Hongkong und Salomons-Inseln. — **Bbα II.** B. zartkrautig. Fiedern vorn stumpf: *A. rhizophorum* L. B. vorn in eine wurzelnde Knospe aus-

laufend, 0,4—0,5 m lang, mit zahlreichen Fiedern. Adern gegabelt. Neotropisch, angeblich auch auf der Salomonsgruppe. Die Art tritt sehr polymorph auf; es kommen selbst doppeltgefiederte Formen (*A. rachirhizon* Raddi) vor. — *A. tenerum* Forst. B. mit 0,15 m langem Stiele und 0,3 m langer, 0,1 m breiter Spreite, mit 10—20 gestielten Fiedern. Ceylon, Malesien bis Polynesien. — Ähnliche Formen auch in Westafrika (z. B. *A. macrophlebium* Bak.). — **Bbβ.** Sori weniger regelmäßig und oft etwas entfernt. — **BbβI.** Fiedern am Grunde rechtwinklig abgestutzt. — **BbβI1.** Fiedern selten über die Mitte hinaus eingeschnitten: *A. lunulatum* Sw. B. gebüschelt, schmal-lanzettlich, 0,2—0,4 m lang, mit etwa 20 genäherten Fiedern, die von großer Variabilität hinsichtlich der Gliederung ihres Randes sind, z. T. daran auch Adventivknospen erzeugen. Polymorpher Typus, in den ganzen Tropen, auf der südlichen Halbkugel auch über die Wendekreise hinaus vordringend. Manche Formen durch verhältnismäßig reiche Entwickelung der Blattcontur ausgezeichnet (so z. B. *A. Macraei* Hook. et Grev.) — *A. obtusifolium* L. Rhizom kurz kriechend. B. gebüschelt, kahl, von weichkrautiger Textur und dunkler Färbung. Blattstiel 0,1—0,2 m lang, Spreite dreieckig-eiförmig, 0,4 m lang, 0,15—0,2 m breit. Fiedern mit akroskopem Öhrchen und sehr unregelmäßigen Einschnitten. Schattenpflanzen des neotropischen Urwaldes, namentlich an Bächen, oft ständig besetzt. Ziemlich polymorph. Gewisse Formen, besonders feuchter Standorte besitzen Haarwurzeln am Rhizom, zeigen lückenloses Blattgewebe ohne Stomata, zarte Außenwand und Reduction des Leitsystems. Sie scheinen nach Art der *Hymenophyllaceen* befähigt, durch die Blattoberfläche Wasser aufzunehmen. Vgl. darüber und zu dem ganzen Formenkreis K. Giesenhagen »Über hygrophile Farne« in ‚Flora' LXXVI (1892), S. 157 ff. — *A. abscissum* Willd. Von voriger durch aufrechtes Rhizom und etwas festere Textur des Laubes unterschieden. Ebenfalls gemeiner neotropischer Waldfarn. — Durch noch kürzere Sori und große geschwollene Indusien unterscheidet sich davon *A. anisophyllum* Kze., dessen Areal von dem tropischen Amerika nach dem tropischen und südlichen Afrika bis Réunion übergreift. — **BbβI2.** Fiedern in der unteren Hälfte oft sehr tief eingeschnitten und dadurch ein Paar z. T. freier Fiedern II. tragend: *A. protensum* Schrad. Blattstiel behaart. Fiedern zugespitzt, tief und oft doppelt gezähnt. Sori der Mittelrippe genähert, kurz. Afrika und Maskarenen. — *A. Hallii* Hook. Blattstiel glänzend braun. B. an der Spitze wurzelnd, Fiedern stumpf abgerundet. Ecuador und im oberen Amazonasgebiet. — **BbβII.** Basis der Fiedern ± stumpfwinklig abgestutzt: *A. Christii* Hieron. Feuchte Wälder Ostafrikas. — *A. auriculatum* Sw. B. büschelig. B. an 0,2 m langem Stiele mit 0,4—0,5 m langen, nach unten kaum verschmälerten Fiedern, deren Rand doppelt gekerbt ist. Sori entfernt stehend. Gemein im tropischen Amerika von Mexiko bis Brasilien.

Bc. Fiedern auf der akroskopen Seite sehr stark gefördert, am Grunde spitzwinklig abgeschnitten, die basiskope oft bis zur Hälfte und mehr reduciert (Fig. 126, *E*—*G*). — **Bcα.** Spindel grün; *A. pulchellum* Raddi. B. bis 0,2 m hoch, jederseits mit 12—18 Fiedern, dünn-krautig; der akroskope Rand der Fiedern eingeschnitten gekerbt. Im tropischen Südamerika. In Cultur. — *A. Otites* Link. unterscheidet sich durch breite, fast ganzrandige Lappen. — **Bcβ.** Spindel dunkelbraun. Die hergehörigen Arten zeigen manche Analogien zu **Ab** und dürften auch damit in Verbindung stehen. — **BcβI.** Blattstiel kurz: *A. formosum* Willd. B. bis 0,5 m lang, mit 20—30 sitzenden, etwa 1,5 cm langen Fiedern von häutiger Textur. Sori kurz, 1—4 jederseits. Im neotropischen Reiche, dem tropischen Westafrika, Südindien, Ceylon. — **BcβII.** Blattstiel 0,1—0,25 m lang: *A. resectum* Sm. Rhizom kriechend. B. an dünnem Stiele, die Spreite zarthäutig, 0,4 m lang, 6—8 cm breit mit 12—25 genäherten Fiedern jederseits. Fiedern an der akroskopen Seite eingeschnitten-gekerbt, an der basiskopen stark reduciert (Fig. 126, *E*). Allgemein paläotropische Form, nördlich bis Süd-Japan. — Im neotropischen Reiche vertreten durch *A. laetum* Sw., das durch minder stark reducierte basiskope Fiedernhälfte und andere unwesentliche Merkmale abweicht. — *A. heterocarpum* Wall. (*Cheilosorus* Mett.). Basiskope Hälfte der Fiedern total geschwunden, die akroskope tief eingeschnitten in zahnartige Segmente, welche die sehr kurzen Sori tragen. Vorwiegend malesische Art, vom östlichen Himalaya bis Südchina, von Ceylon bis Borneo. Habituell an manche *Adiantum*-Species erinnernd.

C. Fiedern fest, oft lederig. Aderung häufig undeutlich.

Ca. Fiedern gleichseitig oder fast gleichseitig entwickelt. Seitenadern in einem Winkel von 40—60° von der Mittelrippe abgehend (Fig. 126, *F*). — **Caα.** Fiedern höchstens 5mal so lang als breit, meist kürzer, meist gerade. — **CaαI.** B. herzförmig: *A. macrosorum* Bert. B. mit großer, tief gekerbter Endfieder und 2—3 Paaren ähnlicher Seitenfiedern. Sori breit. Juan Fernandez. — **CaαII.** B. länglich, selten länglich-dreieckig. — **1.** Blattstiel glänzend braun: *A. marinum* L. Rhizom stark, mit linealen schwarzen Schuppen besetzt. B. länglich-lanzettlich, 0,3—0,4 m lang, kahl. Fiedern etwa 3 cm lang, 1,5 cm breit, grob gekerbt. Adern

ziemlich deutlich, gegabelt. Sori breit. Charakteristisch für die atlantischen Küstendistricte Westeuropas von den Orkneys bis nach Makaronesien. Andere Standorte (vgl. Hook.-Bak. p. 207) sind mit den verwandten zu vergleichen. — *A. Schweinfurthii* Bak. Fiedern meist nur halb so viel als bei voriger, mehr entfernt stehend, von dickerer Textur. Sori sehr groß. Auf den Haghier-Bergen Sokotras. — 2. Blattstiel grau: *A. obtusatum* Forst. ampl. Blattstiel

Fig. 126. *Asplenium* L. II.: *A*, *B* *A. Seelosii* Leyb.: *A* Habitus, *B* Spreite von der Rückseite mit Indusien; *C* *A. Trichomanes* L.: Oberer Teil des Blattes; *D* *A. salicifolium* L.: Oberer Teil des Blattes; *E* *A resectum* Sm.: Fieder I.; *F* *A. obtusatum* Forst.: Fieder I.; *G* *A. falcatum* Lam.: Fieder I.; *H* *A. mucronatum* Presl: Fieder I.; *J* *A. Ruta muraria* L.: Teil der Spreite; *K*, *L* *A. fissum* Kit.: *K* Letzte Segmente mit Aderung und Soris, *L* Fiedern I. (*A*, *B*, *K*, *L* nach Luerssen; sonst Original.)

unten schuppig. Blattspreite 0,15—0,3 m lang, 0,07—0,1 m breit, starrlederig. Fiedern jederseits 2—6, rundlich gekerbt, vorn stumpf oder (*A. obliquum* Forst.) zugespitzt. Adern eingesenkt, kaum sichtbar. Sori länglich, zahlreich (Fig. 126, *F*). Andines Gebiet von Peru südlich, Ostaustralien, Neuseeland, nach Christ auch in Südafrika. Die Art ist äußerst reich an Formen und deren Unterscheidung schwierig. Noch verwickelter wird ihre Systematik durch das Vorkommen stark gegliederter (dareoider) Formen (*A. scleropium* Hombr. et Jacq., *A. difforme*

R. Br. u. a.). — **Caβ.** Fiedern mindestens 6mal so lang als breit, sehr oft schwach sichelartig gekrümmt. Häufig Adventivsprosse entstehend. Fiedern sitzend: *A. compressum* Sw. Akroskope Seite der Fiedern am Grunde fast rechtwinklig abgeschnitten. In der Bildung der Sori und des Indusiums sehr polymorph. St. Helena. Fiedern gestielt. — *A. gemmiferum* Schrad. B. etwa 0,6 m lang, 0,15 m breit, krautig. Akroskope Seite der Fiedern am Grunde spitzwinklig abgeschnitten. Es kommen auch hier dareoide Nebenformen vor (z. B. *A. flexuosum* Schrad.) Südhälfte Afrikas, Madagassisches Gebiet, der afrikanische Vertreter des *Obtusatum*-Typus. — Eine analoge Form ist *A. lucidum* Forst. auf Neuseeland.

Cb. Fiedern fast gleichseitig ausgebildet, mit herzförmigem Grunde sitzend, tief eingeschnitten. Seitenadern in einem Winkel von 30—40° von der Mittelrippe abgehend: *A. mucronatum* Presl. Rhizom aufsteigend. B. büschelig, von zarter Textur und hellgrüner Farbe, kurzgestielt, 0,3—0,4 m lang, 0,3 cm breit. Segmente der Fiedern begrannt-zugespitzt. Sori kurz (Fig. 126, *H*). Südbrasilien, von Baumfarnstämmen herabhängend, einer der schönsten Farnepiphyten.

Cc. Fiedern akroskop ± gefördert. Seitenadern zahlreich, dicht genähert, in einem Winkel von 5—20° von der Mittelrippe abgehend. — **Ccα.** Fiedern ganzrandig oder schwach gekerbt: *A. obesum* Bak. B. mit dreieckiger Endfieder. Obere Seitenfiedern spitz, untere fast kreisförmig. Abweichende Species, in Guatemala heimisch. — **Ccβ.** Fiedern gezähnt bis gesägt, vorn oft lang zugespitzt. Rippe oft undeutlich: *A. Serra* Langsd.-Fisch. Blattstiel unten beschuppt. B. groß, an 0,3 m langem Stiele mit über 1 m langer, 0,3—0,4 m breiter Spreite. In den feuchten Tropengebieten Amerikas und Westafrikas. Nahestehende Formen sind *A. platybasis* Kze. (St. Helena) und *A. nitens* Sw. (Maskarenen). — *A. macrophyllum* Sw. Blattstiel fast kahl. Fiedern jederseits 6—12, groß, 0,15 × 0,1 m, gegenständig, gestielt, scharf gesägt, die Mittelrippe oft wenig vortretend. Paläotropische Art, von den Comoren ostwärts. — *A. Finlaysonianum* Wall., (*Asplenidictyum* J. Sm. als Gatt.), ausgezeichnet durch die gegen den Rand zu häufig anastomosierenden Adern. Indien, Malesien, Südchina, stellenweise gemein. — *A. Laurentii* Bomm. et Chr. in Urwäldern des tropischen Westafrika, mir unbekannt. — **Ccγ.** Fiedern bis zur Mitte gelappt. Die Lappen scharf gezähnt. — **CcγI.** Mittelrippe deutlich. — 1. Blattstiel kahl oder schwach flaumig: *A. falcatum* Lam. B. gebüschelt, länglich, lederig, etwa 0,4 m lang, 0,15 m breit, jederseits mit 6—20 Fiedern. Sori bis nahe an den Rand reichend (Fig. 126, *G*). In Amerika auf den Antillen (*A. erosum* L.); häufiger in den Paläotropen, südlich bis Neuseeland, außerordentlich variabel. — *A. contiguum* Kaulf. Fiedern schmäler und oft tiefer eingeschnitten, wohl nur Form des vorigen, zerstreut in den östlichen Paläotropen. — 2. Blattstiel fibrillös: *A. crinicaule* Hance. Fiedern vorn stumpf, mit gerundeten, gezähnten Lappen. Südindien bis Mittelchina. — 3. Blattstiel ± beschuppt: *A. caudatum* Forst. Fiedern in eine lange Zuspitzung ausgezogen. Sori fast ganz auf die Centralregion der Fiedern beschränkt, dicht an der Mittelrippe und ihr fast parallel. Wohl nur Form von *A. falcatum* Lam., mit dem es die pantropische Verbreitung teilt. — **CcγII.** Mittelrippe undeutlich: *A. dimidiatum* Sw. Basiskoper Teil der Fiedern stark reduciert. Adern und Sori fächerförmig zum Rande strahlend. Im tropischen Amerika und westlichen Afrika. — **Ccδ.** Fiedern über die Mitte hinaus eingeschnitten. Segmente scharf gezähnt. Unmittelbar an **Ccγ** anschließend. — **CcδI.** Blattstiel kahl: *A. bissectum* Sw. Westindien und nördliche Anden. — *A. achalense* Hieron. mit sehr schmalen spitzen Zähnen an den Segmenten. Nord-Argentinien. — *A. planicaule* Wall., Vorderindien, im Himalaya bis gegen 2000 m. — **CcδII.** Blattstiel beschuppt: *A. laciniatum* Don., vorigem ähnlich, aber die Fiedereinschnitte noch bedeutend tiefer, die Textur mehr krautig. Im gemäßigten Himalaya, sowie in Japan. — *A. horridum* Kaulf. B. 0,6—0,9 m lang, mit zahlreichen, tief gelappten Fiedern. Segmente etwas entfernt, gerundet. Malesisch-polynesischer Farn, auch auf den Sandwichinseln, mit *A. caudatum* innigst verwandt.

§ II. *Compositae.* B. doppelt- bis vierfach fiederspaltig.

Gruppe 1. *Cuneatae.* B. meist lederig. Letzte Segmente lineal- oder oval-keilförmig. Aderung fächerig.

A. Unterste Fiedern I. meist länger als die übrigen. — **Aa.** Fiedern I. akroskop wenig gefördert. Sori meist ∞, meist ziemlich kurz. — **Aaα.** Segmente der Fiedern II. breitspatelig bis rundlich, gezähnt. — **Aaα I.** B. dünnhäutig oder dünnkrautig, oft durchscheinend. — 1. B. wenigstens zuletzt kahl: *A. Hookerianum* Col. B. an 2—7 cm langem Stiele, 7—20 cm lang, eiförmig-dreieckig mit etwas ungleichartigen Fiedern II. Variabele Art Ostaustraliens und Neuseelands; dort sehr verbreitet an schattigen Felsen u. dgl. — 2. B. feindrüsig behaart: *A. lepidum* Presl. B. mit 4—15 cm langem, dünnem Stiele und 4—15 cm langer,

durchscheinend häutiger Spreite. Indusium gewimpert. Ritzen und Höhlen der Kalkgebirge, in der Waldregion, sporadisch zerstreut über die Randgebiete der Adria: Sicilien, Italien, Südostalpen, nördliche Balkanländer bis Siebenbürgen. — **Aaα II.** B. derbkrautig oder lederig: *A. Ruta muraria* L. Rhizom kriechend. B. lang gestielt, die Spreite 0,1—0,3 m lang, dreieckig, zuletzt kahl. Fiedern I. jederseits 2—5, entfernt, gestielt. Unterste Fiedern II. ebenfalls gestielt, meist rhombisch-obovat. Spindel grün. Sori 1—3 auf den Fiedern II., lineal, schließlich oft die gesamte Unterseite bedeckend. Indusium gewimpert (Fig. 126, *J*). Höchst polymorphe Felsenpflanze der nördlich gemäßigten Zone, südlich bis Nordafrika und zum Himalaya; in den Alpen bis 2000 m aufsteigend. Die B. waren als Herba Adianti albi oder Rutae murariae früher officinell. — *A. montanum* Willd. Blattstiel abgeplattet. B. kleiner als *A. Ruta muraria*, in der Gestalt ihrer Abschnitte etwas zu **Ab** überleitend. Spindel grün. Felsenfarn des atlantischen Nordamerika von Connecticut südlich bis Arkansas und Georgia. — *A. Bradleyi* Eat. Spindel braun, habituell etwas an die *Lanceolatae* erinnernd. Atlant. Nordamerika, kalkliebend, local. — **Aaβ.** Segmente der Fiedern II. keilförmig, 2—3spaltig (Fig. 126 *K*): *A. fissum* Kit. Stiel unten glänzend rothbraun. Sori zuletzt mit dem Rand überragend (Fig. 126, *K*, *L*). Zierlicher Farn, auf Kalkfelsen und Kalkgeröll, in seiner Verbreitung zum Teil an *A. lepidum* Presl erinnernd, in den Ostalpen jedoch viel weiter nach Norden (Österreich mehrfach, westlich bis zum Inn) reichend und bis 2000 m aufsteigend, auf Sicilien sowie in Ungarn und Siebenbürgen noch nicht gefunden. — **Aaγ.** Segmente der Fiedern II. wiederum fiederspaltig eingeschnitten: *A. magellanicum* Kaulf. Antarkt. Amerika.

Ab. Fiedern I. akroskop stark gefördert. — **Abα.** Adern wenig deutlich. Meist mittelgroße Arten. — **AbαI.** Letzte Segmente genähert, meist eiförmig oder breit spatelig: *A. Adiantum nigrum* L. Rhizom kriechend oder aufsteigend. B. bis 0,5 m lang, Stiel meist so lang oder länger als die Spreite, dunkelbraun; Spreite meist zugespitzt, fest, oberseits meist glänzend; Sori zahlreich, länglich, oft die ganze Unterfläche des Blattes füllend. Höchst polymorpher Formenkreis. Kalkscheu, vorzugsweise in den Bergländern der nördlichen Osthemisphäre, in Afrika über die Gebirge der Tropen bis zum Capland verbreitet, in Asien bis zum Himalaya südlich. Andere Angaben sind wegen der Unbestimmtheit der Artgrenzen in der Gruppe weniger verlässlich. Die B. waren als Herba Adianti nigri früher officinell. — **AbαII.** Letzte Segmente mehr entfernt, schmalkeilförmig bis lineal, scharf gezähnt. Je 1 Ader in einen Zahn mündend. — **1.** Blattstiel dunkelbraun: Hierher mehrere mit dem typischen *A. Adiantum nigrum* L. durch Übergänge verbundene Formen, wie *A. A. n.* subsp. *Onopteris* Heufl., durch aufwärts gekrümmte Fiedern I. ausgezeichnet, namentlich in den südlicheren Teilen des *Adiantum nigrum*-Areales verbreitet; ferner *A. A. n.* subsp. *cuneifolium* Viv., mit glanzlosen, nur sommergrünen Blättern, ein sehr vielgestaltiger Formenkreis, charakteristisch für viele Serpentinstellen von West- und Mitteleuropa. Seine von der Hauptart abweichenden morphologischen Besonderheiten bringt die Cultur auf gewöhnlichen Böden bereits nach wenigen Generationen zum Schwinden (vgl. Sadebeck, Sitzber. Ges. Bot. Hamburg III. (1887) 74 ff.). — **2.** Blattstiel grau: *A. dissectum* Brack. Sandwichinseln. — **3.** Blattstiel grünlich. — * B. krautig. Fiedern, resp. Segm. II. verkehrtdreieckig oder keilförmig: *A. varians* Hook. & Grev. Gebirge Ostasiens, Indiens und Südostafrikas. — ** B. lederig, oberseits glänzend. Fiedern, resp. Segmente II. rhombisch-eiförmig, ev. mit linealen Abschnitten: *A. Saulii* Hook. (*A. pekinense* Hance). In mehreren Formen vom Himalaya durch Mittelchina nach Japan. — **Abβ.** Adern deutlich hervortretend. Große Arten, fast völlig den tropischen Waldgebieten eigen. — **AbβI.** Blattstiel kahl. Sehr nahe stehende Formen: *A. cuneatum* Lam. Blattstiel 1,5—2,5 cm lang, Spreite dreieckig-oval, 1,5—4,5 cm lang. Fast in allen tropischen Waldgebieten verbreitet. — *A. affine* Sw. ist noch ansehnlicher, die Zahl der Fiedern II. an den unteren Fiedern I. größer. Paläotropisch. Nach Auffassung mancher Autoren bildet diese Art den Augangspunkt für viele complicirter gegliederte Formen, die z. T. sogar unter *Darea* beschrieben wurden. Besonders Madagascar hält Baker für den Schauplatz einer derartigen Entwickelung (vgl. Summary p. 45). — *A. nitidum* Sw. hat oft über 1 m lange B. mit ∞ Fiedern I. und II., deren Oberfläche glänzend ist. Die Fiedern II. sind oft wieder tief eingeschnitten. Im indomalayischen Gebiete. — *A. laserpitiifolium* Lam. Größte Form der ganzen Reihe, die Teilung der unteren Fiedern am weitesten fortgeschritten: Segmente III. wiederum tief fiederspaltig (Fig. 127, *A*). Von Hinterindien und Südchina bis Polynesien, wo Übergangsglieder zu typischem *A. cuneatum* beobachtet wurden. — **AbβII.** Blattstiel wollig behaart: *A. praemorsum* Sw. B. 0,1—0,2 m lang, fein zugespitzt, die Fiedern schmal und spitz. In allen tropischen Waldgebieten, auch auf den Canaren und Madeira, an feuchten Felsen.

Gruppe 2. *Lanceolatae.* B. 0,1—0,2 m lang, ± lanzettlich, krautig, selten etwas lederig. Aderung fiederig. Sori zuweilen athyrioid oder diplazioid.

A. Unterste Fiedern I. wenig verkürzt.

A. lanceolatum Huds. Rhizom kriechend. B. bis 0,4 m lang, mit rotbraunem Stiele und lanzettlicher, lang zugespitzter Spreite. Fiedern II. genähert. Sori dem Rande genähert. Schattenliebender Felsfarn. St. Helena, Makaronesien, atlantisches Europa östlich bis zum Wasgau, westliches Mediterrangebiet bis zu den Kykladen.

B. Unterste Fiedern stark verkürzt:

A. fontanum Bernh. B. bis 0,25 m lang, mit oberseits grünem Stiele und hellgrüner Spreite. Untere Fiedern II. etwas entfernt. Sori der Mittelrippe genähert (Fig. 127, *B*). Schattenliebender Felsfarn; in typischer Form für Südwesteuropa charakteristisch, östlich bis Mittelfrankreich, Südwestdeutschland, Schweiz. — Verwandte Formen im östlichen Mediterrangebiet, im Himalaya und den Gebirgen Südindiens, von da durch China nach Japan (*A. yunnanense* Franch., *A. incisum* Thunb.), sowie im atlant. Nordamerika (Ohio, Pennsylvanien). Auch *A. gracile* (Fourn.) Hemsl. (*A. Glenniei* Bak.), und *A. chihuahuense* Bak. aus Arizona und Mexiko, sowie *A. micropterum* Bak. mit wurzelnder Blattspitze aus den Anden von Peru bis Paraguay gehören hierher.

Gruppe 3. *Bulbiferae.* B. krautig oder häutig, meist über 0,3 m lang. Aderung fiederig.

A. Fiedern II. gekerbt.

A. angustatum Presl. Bis 0,6 m hoch. Fiedern I. zahlreich. Textur krautig. Brasilien. — *A. tucumanense* Hieron. unterscheidet sich davon durch kürzere Fiedern II.

B. Fiedern II. tief gezähnt bis gelappt.

A. pseudonitidum Raddi. Ansehnlicher Farn; die unteren Fiedern II. gestielt. Brasilien und Anden. — *A. acuminatum* Hook. & Arn. Kleiner als voriger, die Fiedern II. scharf gezähnt. Sandwichinseln.

C. Fiedern II. fiederspaltig bis gefiedert.

Ca. Fiedern II. sitzend: *A. bulbiferum* Forst. Blattstiel 0,3 m lang, gestielt, Spreite 0,3—0,6 m lang, oft proliferierend (Fig. 52, S. 73) von saftig krautiger Konsistenz. Adern gefiedert. Sori kurz, länglich, bei der Reife oft die ganze Breite des Segmentes füllend. Tropen und Subtropen der alten Welt von Ostafrika bis Tasmanien und Neuseeland. Sehr nahe steht das centralamerikanische *A. Solmsianum* Bak. — Die Art geht, wie es scheint, in manchen Formen zu *Darea*-artigen Species über.

Cb. Fiedern II. ± gestielt. — **Cbα.** Fiedern II. lang zugespitzt: *A. squamosum* L. Rhizom groß, breitschuppig. Blattstiel bis 0,5 m lang, die Spreite nicht selten 1,5 m lang, 0,5 m breit werdend. Saftigkrautiger, sehr stattlicher Farn, von der Tracht der größeren *Diplazium*-Arten. In den neotropischen Waldgebieten verbreitet. — In den tropischen Anden das verwandte *A. Jamesoni* Hook. — **Cbβ.** Fiedern II. nicht lang zugespitzt, fast bis zur Spindel eingeschnitten. — **CbβI.** Segmente der Fiedern II. vorn scharf gezähnt: *A. cicutarium* Sw. Blattstiel 0,15 m lang, Blattspreite 0,4 m lang, von zarter Textur und hellgrüner Farbe. Sori kurz (Fig. 127, *C*). Tropischer Waldfarn Amerikas und Afrikas, hier südlich bis zu den Magalisbergen vordringend. In Cultur. — **CbβII.** Segmente der Fiedern II. teils tief gespalten in 2—3 lineale Lappen, teils einfach lineal: *A. rhizophyllum* Kunze. Segmente mit feiner Zuspitzung. Im tropischen Amerika. Ähnliche Formen auch in Polynesien u. s. — Eine sehr kleine Species derselben Verwandtschaft ist *A. delicatulum* Presl aus Peru. — *A. tenuifolium* Don. Segmente mit grannenartiger Zuspitzung. In Vorder- und Hinterindien, im Himalaya von 1500—2700 m. — **CbβIII.** Segmente der Fiedern II. teils tief gespalten in eiförmige oder verkehrt-eiförmige Lappen, teils einfach eiförmig oder verkehrt-eiförmig. B. oft an der Spitze wurzelnd und proliferierend. — 1. Fiedern II. nur 3—5: *A. triphyllum* Presl. Zarter Farn, etwa 0,25—0,3 m hoch. In den Anden von Ecuador und Peru in mehreren Formen von 2800—4600 m verbreitet. — 2. Fiedern II. ∞: *A. rutaceum* Mett. etwas größer als voriger, aber ebenfalls von zarter Consistenz des Laubes. Nördliche Anden und Galapogasinseln.

Sect. V. *Darea* Juss. B. fein geteilt, letzte Segmente schmal-lineal. Adern dort einfach. Sori lineal oder länglich-lineal, randständig.

Die Trennung von *Euasplenium* ist keineswegs scharf, und vielfach bestehen enge Beziehungen. Ebenso existieren an die *Davallieen* mitunter sehr ausgeprägte Anklänge.

A. B. gleichgestaltet. — **Aa.** Fiedern I. lanzettlich, mit genäherten sicheligen Segmenten: *A. flaccidum* Forst. Fiedern I. ∞. B. kahl, mit dem Stiele bis $^3/_4$ m lang, von dicker Consistenz. Höchst vielgestaltige Art, bald starr, bald schlaff herabhängend, in der

Lage der Sori sehr unbeständig. Mannigfaltige Nebenformen leiten zu einer großen Anzahl specifisch unterschiedener Farne mit entwickelterer Blattteilung über (wie z. B. *A. bulbiferum* Forst., *A. meiotomum* Hillebr., *A. multifidum* Brack. u. a., wozu die Darstellung von Luerssen in Schenk & Luerssen, Mitteil. a. d. Gesamtgebiet d. Bot. I. (1871) 145 ff.) zu vergleichen ist. Das Areal des Typus umfasst Ostaustralien und Neuseeland; besonders nahe stehende Species kennt man von den Sandwichinseln und Natal, weiter entfernte, viel complicierter

Fig. 127. *Asplenium* L. III.: *A A. laserpitiifolium* Lam.: Fieder I.; *B A. fontanum* Bernh.: Teil des Blattes; *C A. cicutarium* Sw.: Fieder I.; *D, E A. Mannii* Hook.: *D* Teil des Blattes, *E* Segment II. mit Fructification; *F A. rutifolium* Kze.: Fieder I. (die basiskope Seite nach oben gezeichnet!); *G, H A. dimorphum* Kze.: Fieder II.: *G* steril, *H* fertil; *J, K A. theciferum* (H.B.K.) Mett.: *J* Fieder II., *K* Segment III. mit Aderung und Sorus. (*D, E, J, K* nach Hooker; sonst Original.)

gegliederte leben in Polynesien (vgl. namentlich auch Hillebrand, Flor. Hawaiian Isl. p. XXVI ff., 591 ff.).

Ab. Fiedern I. im Umriss ± breit rhombisch-keilförmig. — **Abα.** B. von lederiger Textur. Fiedern I. basiskop stark reduciert: *A. rutifolium* Kze. B. 0,1—0,2 m lang gestielt, mit 0,3—0,7 m langer Spreite, deren verlängerte Spindel schließlich wurzelt. Sori klein (Fig. 127, *F*). Gerontogäisch von Ostafrika bis Japan und Fijiinseln in tropischen und subtropischen Klimaten. — Bei *A. Belangeri* Kze. stehen die Fiedern I. mehr horizontal, die Spindel wurzelt nicht. Hinterindien, Malesien. — *A. davallioides* Hook. B. mit 0,1 m langem

Stiele und dreieckiger, vierfach-fiederspaltiger Spreite. Sori zahlreich, länglich. Formosa, Luchu-Inseln, Japan. Habitus der Sect. *Loxoscaphe*. — **Abβ.** B. von krautiger oder häutiger Textur. Fiedern I. basiskop weniger stark reduciert. Umfangreiche Reihe, von relativ sehr einfachen zu höchst complicierten Formen der Spreiten-Entwickelung aufsteigend (vgl. auch das unter *A. flaccidum* Gesagte). — **AbβI.** Fiedern I. tief fiederspaltig: *A. brachypterum* Kze. B. bis 0,25 m hoch, von krautiger Textur. Fiedern I. horizontal, tiefgespalten in lineale einfache oder zweiteilige Segmente II., zusammen mit dem kaum trennbaren, typisch etwas größeren *A. Thunbergii* Kze. im tropischen und südlich subtropischen Afrika (bis Cafrarien).

Fig. 128. *Ceterach* Willd.: *A*, *B C. alternans* (Wall.) Kuhn: *A* Habitus, *B* Unterseite eines Segments mit Fructification und Soris; *C—F C. officinarum* Willd.: *C* Habitus; *D* Unterseite eines Segments. (Die dargestellte Krümmung der Spreuschuppen ist nicht allgemein); *E* Querschnitt eines fertilen Blattteils, um das verkümmerte Indusium zu zeigen; *F* Spreuschuppe; *G C. cordatum* (Schlecht.) Kaulf.: Segment. (*E* nach Luerssen; sonst Original.)

— Sehr viel kleinere, zartere B. mit weit schmäleren Segmenten besitzt *A. Mannii* Hook., ein durch wurzelnde Ausläufer an Baumstämmen kriechender Epiphyt des tropischen Afrika und Madagascars (Fig. 127, *D*, *E*). — **AbβII.** Fiedern I. doppelt bis mehrfach fiederteilig. Zierliche Farne, zerstreut in fast allen tropischen Waldgebieten, namentlich auf Inseln: so z. B. mehrere pacifische Seitenformen des *A. flaccidum*, *A. viviparum* Presl auf den Mascarenen, *A. viviparoides* Kuhn in Madagascar, das starre, an *Psilotum flaccidum* erinnernde *A. novaecaledoniae* Hook. auf Neucaledonien verbreitet; das sehr variabele *A. pteridoides* Bak.

von Lord Howe Island u. a. Die complicierteste Form ist das graciöse *A. ferulaceum* Moore: B. (mit Stiel) gegen 1 m lang, vierfach-geteilt, die Segmente IV. oft nochmals eingeschnitten, von lebhaft hellgrüner Färbung und sehr zarter Textur, äußerlich an manche Umbelliferen-Blätter oder *Asparagus*-Arten erinnernd, in den tropischen Anden.

B. B. dimorph (Fig. 127, *G*, *H*).

A. dimorphum Kze. B. oft über 1 m lang, 0,5 m breit, die sterilen Partien mit breit-schief-rhombischen, unregelmäßig gezähnten Fiedern II. (Fig. 127, *G*), die fertilen mit tief in lineale Segmente zerteilten Fiedern II. (Fig. 127, *H*), oft bunt mit einander wechselnd an dem selben Blatte. Höchst bemerkenswerte Species der Norfolkinsel, seit lange in Cultur.

Sect. VI. *Loxoscaphe* Moore. B. fein zerteilt, letzte Segmente schmal lineal. Adern dort gegabelt. Sori kurz, randständig, meist seitlich, doch zuweilen subterminal am kürzeren Gabelast der Ader (Fig. 127, *K*).

A. theciferum (H.B.K.) Mett. (*Davallia th.* H.B.K., Hk.Bk.). B. gebüschelt, mit 0,1 m langem Stiele und 0,15—0,2 m langer, doppelt-gefiederter, dickkrautiger, kahler Spreite. Sori oft eingesunken (Fig. 127, *J*, *K*). Epiphyt. Neotropen, extramediterranes Afrika, madagassisches Gebiet.

Fig. 129. *Pleurosorus Pozoi* (Lag.) Fée: *A* Fieder I., *B* Fieder II. mit Aderung und Soris. Vergrößert. (Nach Fée.)

Verwendung: Mehrere Arten enthalten Schleim und adstringierende Bestandteile, die namentlich den europäischen einst weitverbreiteten Ruf als Heilmittel verschafften. In den Tropen dienen viele Arten gegen Würmer.

47. **Ceterach** Willd. ampl. (*Notolepeum* Newm.). Sori länglich, ähnlich *Asplenium*. Indusium intrors, zuweilen verkümmert. Sporen bilateral, lappig oder bestachelt. — B. gebüschelt. Blattstiel von 2 in Querschnitt ovalen Leitbündeln durchzogen. Spreite im Umriss länglich, fiederspaltig mit gerundeten Segmenten, häufig mit dichter Bekleidung von Spreuschuppen, die in ihrem Bau mit denen von *Asplenium* übereinstimmen (Fig. 128).

3—4 Arten, als afrikanisch-mediterrane Typen pflanzengeographisch interessant, zu Xeromorphie geneigt, daher auch die Sporen außerordentlich lange keimfähig.

Die Unterschiede gegen *Asplenium* sind sehr schwache; sie liegen in der eigentümlichen Blattcontur, die sonst bei *Asplenium* sich kaum findet, der bei *C. officinarum* und verwandten zum Durchbruch gelangten Tendenz einer dichten Schuppenbekleidung und dem davon beeinflussten Schwinden des Indusiums.

A. Indusium deutlich entwickelt: *C. alternans* (Wall.) Kuhn. B. gebüschelt, mit 0,02—0,05 m langem, schuppigem Stiele. Spreite länglich-lanzettlich, 0,15—0,2 cm lang, glanzlos-graugrün, dünn-lederig, kahl. Seitenadern frei. (Fig. 128, *A*, *B*). Himalaya (bis 2700 m), im Nordwesten häufig, nach Osten selten bis Sikkim; Abessinien.

B. Indusium stark verkümmert (Fig. 128, *E*) oder fehlend. B. unterseits ± beschuppt: *C. officinarum* Willd. B. gebüschelt rasig, mit 0,01—0,06 m langem, schuppigem Stiele. Spreite lineal-lanzettlich, 0,05—0,2 m lang, bis 2,5 cm breit, oben graugrün, lederig, unten dicht beschuppt. Segmente meist ganzrandig. Seitenadern dem Rande zu anastomosierend. (Fig. 128, *C—F*). Xerophiler Farn Westeuropas und des ganzen Mediterrangebietes bis zum nordwestlichen Himalaya; in den Südalpen bis 2500 m aufsteigend. Die B. standen als adstringierend früher in Ansehen als Heilmittel gegen Milzkrankheiten (Herba *Ceterach* s. *Asplenii veri* s. *Scolopendrii minoris*); jetzt völlig obsolet. Doch häufige Zierpflanze für Fels-

partien, Mauern u. dgl. — *C. aureum* Link. B. groß, bis 5 cm breit. Segmente oblong, meist ganzrandig. Makaronesien. — *C. cordatum* (Schlecht.) Kaulf. B. gebüschelt, 0,02—0,05 m lang. Spreite lanzettlich-eiförmig. Segmente länglich, eingeschnitten mit ± gekerbt-gezähnten Lappen (Fig. 128, *G*). Afrika, von Angola südlich bis zum Cap, Réunion.

48. **Pleurosorus** Fée pt. (*Gymnogrammis* sp. autt., Hk. Bk.). Sori länglich, seitlich den Seitenadern angeheftet. Indusium fehlend (Fig. 129, *B*). Sporen bilateral, oval, mit 1 Leiste versehen. — B. mehrzeilig gebüschelt. Blattstiel dem Rhizome ungegliedert angefügt. Spreite einfach- bis mehrfach fiederschnittig, ± mit Deckhaaren und Drüsentrichomen besetzt. Spreuschuppen wie die von *Asplenium* gebaut.

3 schwach unterschiedene Arten, meist von beschränkter Verbreitung; das Gesamtareal der Gattung daher sehr disjunct: Australien, Neuseeland, Südchile, Südspanien.

P. Pozoi (Lag.) Fée. Rhizom kurz. B. mit 2 cm langem Stiele. Spreite 5—8 cm lang, etwa 3 cm breit. Fiedern länglich-dreieckig, akroskop gefördert, gelappt. B. weich, zart, beiderseits lang behaart, viele Haare in kopfigen Drüsen endigend (Fig. 129, *A*, *B*). Felsspalten der Gebirge Südspaniens. — *P. rutifolius* (Hook. & Grev.) Fée, mit mehr fächerartigen Blattsegmenten und Ven. Cyclopteridis. Australien häufig, Neuseeland. — *P. papaverifolium* (Kze.) Fée. B. doppelt-fiederschnittig. Südlicheres Chile.

Fossile *Aspleninae* dürften seit dem Rhät nicht selten sein, wenigstens sind in dieser und den darauffolgenden Formationen, insbesondere im Jura (hier besonders häufig *Asplenium* (*Pecopteris*) *whitbyense* Heer) und Tertiär Reste gefunden, die man auf Grund der äußeren Gestaltung der Sori und des Habitus der spreitigen Teile vorläufig nicht anders unterbringen kann, und zwar in die Verwandtschaft von *Diplazium* und *Asplenium* (vergl. auch das bei *Scolopendrium* Gesagte). Die fossilen europäischen Arten bis zum Eocän neigen in ihrem Habitus mehr zu den heutigen tropischen, die des mittleren Tertiärs jedoch teils zu den heute in warmen und heißen Klimaten, teils zu den in nördlichen Zonen lebenden Arten. (H. Potonié.)

V. 2. Asplenieae-Blechninae.

Sori auf einer Adernanastomose parallel zur Rippe befestigt.

49. **Blechnum** L. (incl. *Blechnidium* Moore, *Blechnopsis* Presl, *Diafnia* Presl, *Distaxia* Presl, *Lomaria* Willd. et Hk. Bk. pt., *Lomaridium* Presl, *Lomariocycas* J. Sm., *Loxochlaena* J. Sm., *Mesothema* Presl, *Orthogramma* Presl, *Parablechnum Presl*, *Paralomaria* Fée, *Polygramma* Presl, *Salpichlaena* J. Sm., *Spicant* Hall., *Spicanta* Presl, O. Ktze., *Stegania* R. Br., *Stenochlaena* J. Sm., *Struthiopteris* Scop.). Sori linienförmig, meist zusammenhängend, selten unterbrochen, zuweilen von dem Receptaculum auf das Spreitenparenchym übergreifend. Receptaculum von den Anastomosen der am fertilen B. nach V. Doodyae verbundenen Seitenadern durchzogen, auf dem Außenbogen der Rippenmaschen gelegen, der Rippe parallel (Fig. 130, *A*, *C*). Indusium von der Gestalt des Sorus, intrors. Sporen bilateral. — Meist kleinere Farne. Rhizom meist aufrecht, zuweilen stammartig. B. gebüschelt, gleichgestaltet oder dimorph. Blattstiel mit 2 stärkeren und mehreren kleineren Leitbündeln. Spreite meist nur einfach-gefiedert. Sterile B. mit freier Aderung, fertile mit V. Doodyae (Fig. 130, *B*, *C*), oft mit Kalkdrüsen (Fig. 131, *B*). Spreuschuppen zartzellig.

Die nach dem Vorgange von Mettenius hier vereinigten Formenkreise *Blechnum* und *Lomaria* der Autoren enthalten insgesamt als Gattung *Blechnum* 50—60 Arten, deren geographische Verbreitung reich an auffallenden Erscheinungen ist. Die Tropen besitzen eine ansehnliche Anzahl von *Blechnum*-Arten, manche sind beiden Erdhälften gemeinsam; dabei zeigt sich eine bei keiner anderen Polypodiaceengattung so deutliche Bevorzugung der südlichen Halbkugel, wo viele Arten in höhere Breiten vordringen. In den nördlich temperierten Ländern dagegen lebt nur *B. Spicant* in zwei von einander weit getrennten Arealen. Die schärfste Differenzierung und größte Mannigfaltigkeit an Arten jedoch von allen Floren hat Melanesien-Polynesien aufzuweisen, wo sehr ausgeprägte Beziehungen zwischen Neucaledonien und Neuseeland hervortreten.

Sect. I. *Eublechnum* Diels. B. meist nicht oder schwach dimorph, ungeteilt oder einfach gefiedert. Blattstiel gerade, nicht windend. Sori parallel zur Mittelrippe und ihr dicht anliegend; zwischen Sorus und Rand ein breiter Raum. (Fig. 130, *A*—*C*).

A. Sori etwa in der Mitte zwischen Rippe und Rand: *B. australe* L. Stamm kurzkriechend. Sterile B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,2—0,5 m langer, lederiger, kahler Spreite. Fiedern spitz, am Grunde herzförmig oder geöhrt, die unteren verkürzt. Sehr variabele Art, in Südafrika vom Cap nordöstlich bis etwa zum Wendekreis, Madagascar, Bourbon. In Cultur. — *B. remotum* Presl eine seltene, drüsig behaarte, kleine Form. — *B. hastatum* Kaulf. Vorigen sehr ähnlich, doch die Soruslinie meist deutlicher unterbrochen. Gemäßigtes Südamerika.

B. Sori nahe der Mittelrippe.

Ba. B. ungeteilt, oder am Grunde der Spreite mit je 1 Seitenfieder: *B. lanceola* Sw. Rhizom kriechend, mit Ausläufern. B. mit 0,05—0,1 m langem Stiele und 0,1—0,15 m langer, schwach lederiger Spreite. Neotropisch von Panama bis Peru und Ostbrasilien.

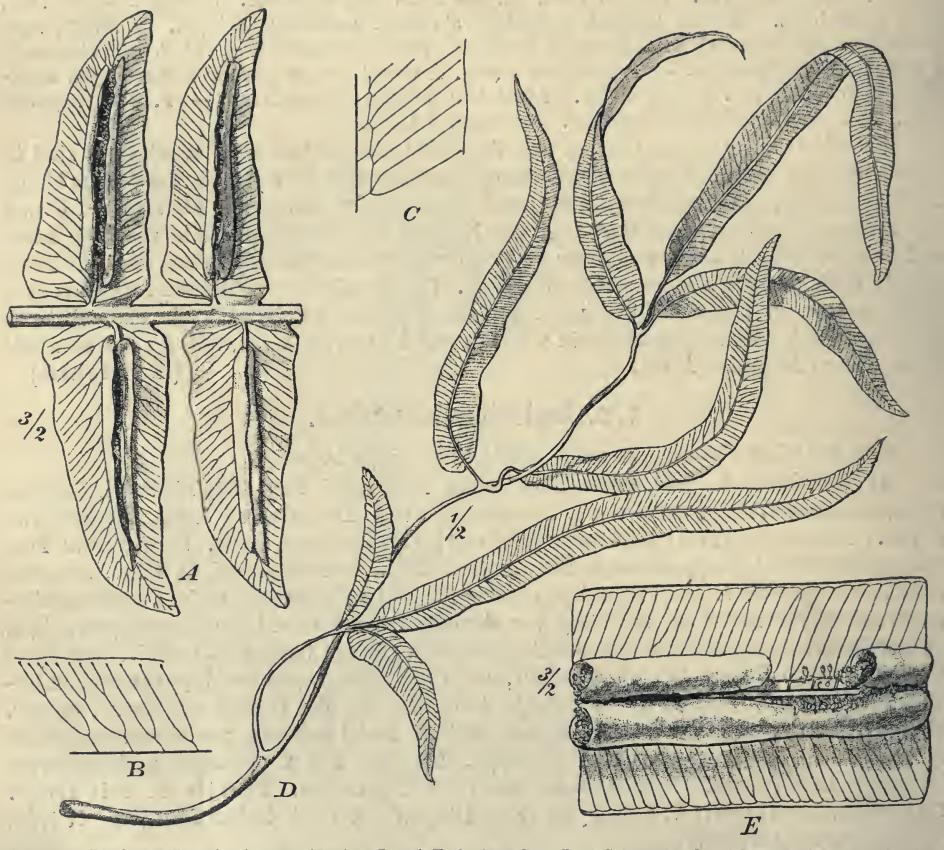


Fig. 130. *Blechnum* L.: *A—C B. occidentale* L.: *A* Teil eines B.; *B, C* Schemata der Aderung einer Blatthälfte: *B* des sterilen, *C* des fertilen Blattes; *D, E B. volubile* Kaulf.: *D* Teil eines Blattes, *E* Teil einer Fieder mit Aderung und Soris. (*B, C* nach Metten ius; sonst Original.)

Bb. B. einfach-gefiedert. Fiedern am Grunde sich berührend. — **Bbα.** Untere Fiedern verkürzt. — **BbαI.** Spreuschuppen klein, lineal, blassbraun: *B. asplenioides* Sw. B. sehr kurz gestielt. Spreite 0,15—0,2 m lang, lineal-lanzettlich; Fiedern lanzettlich-dreieckig, zahlreich, kahl. Tropisches Südamerika von Panama südlich. — *B. unilaterale* Willd. Voriger ähnlich, doch die Fiedern lineal, die Sori zahlreicher. Antillen, Centralamerika, tropisches Südamerika. — **BbαII.** Spreuschuppen groß, fibrillös, schwarz: *B. brasiliense* Desv. Stamm 0,3 m und mehr, oft holzig. B. mit kurzem Stiele und 0,6—0,9 m langer, 0,3 m breiter, kahler, lederiger Spreite. Peru, Brasilien, in feuchten Bergwäldern. Bei uns als Zierpflanze des Warmhauses viel benutzt. — **Bbβ.** Untere Fiedern kaum verkürzt: *B. nitidum* Presl, habituell voriger sehr ähnlich in mehreren Formen, deren Zusammengehörigkeit der Prüfung

bedarf. Angegeben von Südbrasilien, nördlichem Hinterindien, Philippinen, Mariannen. — *B. cartilagineum* Sw. gehört dem selben Kreise an und wird am besten an dem unterwärts bestachelten Blattstiele erkannt. Ostaustralien.

Bc. B. einfach-gefiedert. Fiedern am Grunde von einander entfernt. — **Bcα.** Seitenadern ± frei. — **BcαI.** Fiedern sichelig gebogen: *B. longifolium* H.B.K. Rhizom kriechend. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele und kahler, lederiger Spreite. Fiedern 2—8 jederseits. In einigen Formen durch die Bergwälder des neotropischen Reiches. — *B. occidentale* L. Etwas größer als vorige. Fiedern 12—20 jederseits (Fig. 130, *A*—*C*). Gemein im tropischen und südlich-gemäßigten Amerika. — *B. arcuatum* Gay durch schmäleres, starres lederiges B. verschieden, im südlichen Chile. — **BcαII.** Fiedern ± gerade ausgestreckt. — 1. Fiedern gezähnelt: *B. serrulatum* Rich. B. mit 0,15—0,3 m langem Stengel und 0,3—0,6 m langer, bis 0,2 m breiter, lederiger Spreite. Fiedern jederseits 12—24, die fertilen schmäler. Sümpfe und nasse Stellen wärmerer Länder, in Amerika von Florida bis Brasilien, in Asien von Hinterindien durch Malesien nach Nordostaustralien und Neucaledonien. In Cultur. — 2. Fiedern ganzrandig: *B. orientale* L. Noch größer als vorige, mit kräftigem, aufrechtem Stamme. Fiedern 0,2—0,3 m lang, bis 2 cm breit, zugespitzt, die unteren verkürzt. Seitenadern fein, dicht genähert. Von Vorderindien durch Südchina und Malesien bis Nordostaustralien und Polynesien. An manchen Stellen in noch größeren Formen (so *B. Finlaysonianum* Wall. in Westmalesien). — **Bcβ.** Seitenadern anastomosierend und große Maschen bildend (*Blechnidium* Moore): *B. melanopus* Hook., habituell einigen Formen von *B. occidentale* ähnlich. Ostindien: Khasia-Berge.

Sect. II. *Salpichlaena* J. Sm. B. meist nicht dimorph, doppelt-gefiedert. Blattstiel und -spindel windend, Seitenadern des sterilen B. durch intramarginalen Verbindungsstrang anastomosierend (Fig. 130, *E*): *B. volubile* Kaulf. Rhizom kriechend. Blatt oft meterlang klimmend, kahl, lederig. Fiedern I. gestielt, paarig, Fiedern II. 3—6 jederseits, etwa 0,15—0,3 m lang, bis 5 cm breit. Indusium breit, häutig, oft dunkelbraun, später zerfetzt. Fertile B. gewöhnlich den sterilen ähnlich, zuweilen aber stark in der Spreite reduciert (*Lomaria volubilis* Hook.) (Fig. 130, *D*, *E*). Liane der Urwälder, im neotropischen Reiche verbreitet.

Sect. III. *Lomaria* Willd. (als Gatt.), Hk.Bk. B. meist stark dimorph (Fig. 131, *G*), einfach oder doppelt-gefiedert. Blattstiel nicht windend. Sori parallel zur Mittelrippe, meist den ganzen Raum zwischen Rippe und Rand einnehmend (Fig. 131, *D*).

§ 1. *Pinnatae.* B. einfach-gefiedert, selten ungeteilt.

A. Sterile Fiedern am Grunde sich berührend.

Aa. Sterile Fiedern weniger als 20 jederseits. — **Aaα.** Fiedern spitz: *B. Patersoni* (Spreng.) Mett. Rhizom kurz kriechend. Sterile B. mit 0,05—0,07 m langem Stiele. Spreite etwa 0,3 m lang, zuweilen ungeteilt, meist mehrlappig mit herablaufenden, zugespitzten, ganzrandigen Fiedern, die am Saume etwas knorpelig sind. Fertile B. länger gestielt, Spreite kürzer. Leicht kenntlich an der wenig entwickelten Gliederung der Spreite (Fig. 131, *A*). Schattige feuchte Wälder. Südliches Vorderindien, Hinterindien, Malesien und ostwärts bis Ostaustralien, Neuseeland und Fiji. — *B. Vieillardii* Mett. Dimensionen und Habitus der vorigen. Fiedern der Spitze zu gezähnt. Wälder Neucaledoniens. — **Aaβ.** Fiedern stumpf: *B. opacum* Mett. Fiedern viel zahlreicher als bei vorigen, ihre Seitenadern oft gegen den Rand hin anastomosierend und Maschen bildend. Neue Hebriden, Neucaledonien.

Ab. Fiedern mehr als 20 jederseits. — **Abα.** Fiedern schmal, am Grunde mit akroskopem Vorsprung versehen: *B. gibbum* (Labill.) Mett. Stamm bis gegen 1 m hoch. B. mit kurzem, schwarzbeschupptem Stiele und 0,1—0,15 m langer, kahler Spreite mit zahlreichen, fast ganzrandigen Fiedern. Fertile Fiedern schmäler als die sterilen. Neue Hebriden und Neucaledonien. — **Abβ.** Fiedern breiter, am Grunde meist beiderseits verbreitert: *B. attenuatum* (Willd.) Mett. Rhizom horizontal, braunschuppig. B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,3—0,9 m langer, lederiger Spreite. Fertile Fiedern sehr schmal. Formenreiche Art von weiter Verbreitung in den warmen Ländern: Antillen bis Südbrasilien, Westafrika, Südostafrika, Mascarenen, Polynesien. In Cultur. — *B. discolor* (Willd.) Mett. Voriger sehr ähnlich, doch größer: oft baumartig bis 0,9 m aufstrebend. B. unterseits rotbraun gefärbt. Fiedern schmäler. Fertile B. am Grunde oft mit einigen Laubfiedern. Wälder Ostaustraliens und Neuseelands, südlich noch auf Auckland- und Campbell-Island. Zu voriger giebt es übrigens Mittelstufen (*Lomaria norfolkiana* Heward, Norfolk bis Nordneuseeland, Samoa).

B. Unterste Fiedern des sterilen B. am Grunde von einander getrennt: *B. ciliatum* (Moore) Mett. Verwandt mit *B. gibbum*, aber durch deutlich gelappte, stachelig-gewimperte Fiedern sehr ausgezeichnet. Neucaledonien.

C. Die meisten Fiedern am Grunde von einander getrennt.

Ca. Fiedern breit angewachsen. — Caα. Untere Fiedern kaum kürzer als die folgenden: *B. Plumieri* (Desv.) Christ. Rhizom dick, dicht beschuppt. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele und 0,6—1 m langer, bis 0,3 m breiter Spreite (Fig. 131, *C*). Neotropisch. —

Fig. 131. *Blechnum* L.: *A B. Patersoni* (Spreng.) Mett.: Blatt; *B B. attenuatum* (Willd.) Mett.; Querschnitt einer Kalkdrüse; *C B. Plumieri* (Desv.) Christ: Schema des Blattquerschnittes; *D, E B. Spicant* (L.) Sm.: *D* fertile Fieder mit Aderung und Soris, *E* Hälfte des Blattquerschnitts-Schema; *F, G B. reptans* (B. & S.) Christ: *F* Habitus der Ausläufer, *G* Habitus der erwachsenen Pflanze. (*B, C* nach Mettenius; *D, E* nach Luerssen; sonst Original.)

B. simillimum (Bak.) Diels. Madagascar. — *B. vulcanicum* (Bl.) Christ. Sterile B. eiförmig-lanzettlich. Fiedern fast horizontal abstehend, das unterste Paar abwärts gewandt, lederig, am Rande gewellt. Fertile Fiedern lineal, entfernt. Gebirge Malesiens, Ostaustralien, Neuseeland, Polynesien. — Caβ. Untere Fiedern des sterilen Blattes stark verkürzt. Formenreichste Gruppe:

B. lanceolatum (R.Br.) Sturm. Rhizom dicht beschuppt. B. mit 0,1—0,15 m langem, schuppigem Stiele. Spreite 0,15—0,3 m lang, lanzettlich, lederig, kahl, glänzend-grün. Fiedern etwa 2—4 cm lang. Aderung vortretend. Ostaustralien, Polynesien, neuseeländ. Region häufig. — *B. lomarioides* Mett. (*Lomaria blechnoides* Bory), von voriger schwach verschieden, im kühleren Südamerika, sowie *B. Herminieri* (Bory) Mett., die etwas größeres Laub besitzt und in Wäldern von den Antillen längs der Anden bis Chile geht, vertreten den *Lanceolatum*-Typus auf der westlichen Hemisphäre. — *B. asperum* (Kl.) Mett., schließt sich am nächsten an *B. lomarioides* Mett. an, unterscheidet sich aber bedeutend durch die gedrängten, stumpfen, eingerollten fertilen Fiedern. Die Blattspitze oft aussprossend. Antarktisches Waldgebiet Südamerikas. — *B. onocleoides* (Spreng.) Mett. Rhizom lang, kletternd. B. mit sichelförmig aufwärts gekrümmten zugespitzten, stark lederigen Fiedern. Antillen bis Ecuador. In Cultur. — *B. Spicant* (L.) Sm. Rhizom schief. B. mit 0,15 m langem Stiele, Spreite bis 0,4 m lang, die sterilen meist in horizontal ausgebreiteter Rosette, in deren Mitte die bis 0,75 m langen fertilen B. aufrecht stehen. Fiedern jederseits 30—60, schmal länglich, fertile schmal lineal (Fig. 131, *D, E*). West- und Nordeuropa, Gebirge Makaronesiens und des Mediterrangebietes. Davon isoliert in den Randländern des Nordpacific: Japan, Kamtschatka, Alaska bis Californien. Wegen des im Winter bleibenden Laubes bei uns als Freilandfarn vielfach gepflanzt; auch geschnitten werden die immergrünen B. gärtnerisch benutzt. — *B. Penna marina* (Poir.) Mett. (*Lomaria alpina* Spreng.), kleiner als vorige, Rhizom weit kriechend, Fiedern kürzer und breiter, sonst sehr ähnlich. Gemäßigteres Südamerika von Südbrasilien polwärts, St. Paul, Marion, Kerguelen, Bergland Ostaustraliens, im kühleren Neuseeland und auf seinen Nachbarinseln. — *B. Banksii* (Hook. f.) Mett., von allen vorigen durch die sehr breiten, kurzen Fiedern (1 cm lang, 5 mm breit) leicht zu unterscheiden. Echter Küstenfarn Neuseelands, gern im Bereiche der Brandung. — **Cb.** Fiedern am Grunde nicht angewachsen, oft geöhrt oder herzförmig. — **Cbα.** Endstück des B. mehrmals größer als die Seitenfiedern: *B. nigrum* (Col.) Mett. B. mit 5—7 cm langem Stiele und dunkelgrüner, zartkrautiger Spreite. Untere Fiedern weit entfernt. Dunkle Wälder in den feuchteren Gegenden Neuseelands. — **Cbβ.** Endstück der B. wenig größer als die Seitenfiedern. — **CbβI.** Fiedern ganzrandig. — **1.** Endstück fiederspaltig: *B. punctulatum* Sw. Habitus von *B. attenuatum*. B. mit 0,1 m langem Stiele und 0,4—0,5 m langer Spreite. Sterile Fiedern am Grunde oft stark geöhrt, die untersten reduciert, fertile sehr schmal. Schattige Wälder Südafrikas von Capstadt östlich. Der fertile Wedel oft abnorm ausgebildet; so kommt öfters vor: das Indusium nach Art von *Eublechnum* gestellt; oder die gesamte Fructification asplenioid gestaltet (*Scolopendrium Krebsii* Kze.); oder mit unterbrochener Soruslinie wie bei *Doodia*. — **2.** Endstück den Seitenfiedern gleichend: *B. capense* (L.) Schlecht. (*Lomaria procera* Spreng., *Orthogramma* Presl). Stamm kräftig, mit großen, eiförmigen Schuppen. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele und 0,3—1 m langer, lederiger Spreite. Deckrand breit, gewimpert. Die Trennung fertiler und steriler B. ist häufig nicht scharf durchgeführt. Sehr variabele Species (vgl. Luerssen, Fil. Graeffean. p. 140ff.) von weiter Verbreitung: Antillen und Mexiko südlich bis Chile und Argentina, Wälder in Südafrika, Malesien und ostwärts nach Polynesien und Neuseeland, an sehr verschiedenartigen Standorten. — *B. tabulare* (Thunb.) Kuhn (*Lomaria Boryana* Willd.). Gedrungener als vorige; Stamm oft kurz-baumartig, mit lineal-pfriemlichen Schuppen. Fiedern schmäler. An etwas sumpfigen Plätzen. In Amerika von den Antillen bis Feuerland, Tristan d'Acunha, Südhälfte Afrikas, madagassisches Gebiet. — **CbβII.** Fiedern gekerbt oder gesägt. — **1.** Rhizom aufrecht oder liegend: *B. fluviatile* (Spreng.) Mett. Stamm bis 0,1 m lang. B. mit 7—10 cm langem, dicht beschupptem Stiele und 0,15—0,3 m langer, krautiger Spreite. Sterile Fiedern länglich, stumpf. Wälder Ostaustraliens und Neuseelands. — *B. membranaceum* (Col.) Mett. B. sehr kurz gestielt mit kahler Rachis, sonst voriger ähnlich. Feuchte Stellen, Neuseeland. — **2.** Rhizom weit kriechend: *B. reptans* (B. et S.) Christ (*Lomaria filiformis* Cunn., *Stenochlaena heteromorpha* J. Sm.). Ausgezeichnet durch Trimorphismus des Laubes: Sterile B. der Ausläufer fast sitzend, 0,12 m lang mit entfernt stehenden, etwa 1,5 cm im Durchmesser haltenden Fiedern (Fig. 131, *F*); sterile B. des Rhizoms mit 0,05—0,1 m langem Stiele und 0,3—0,4 m langer Spreite, deren Fiedern lanzettlich und etwa 4—5 cm lang sind. Fertile Fiedern länger, schmal lineal (Fig. 131, *G*). Fijiinseln und nördliches Neuseeland, in Wäldern oft auf hohe Bäume klimmend.

§ 2. *Bipinnatae.* Sterile B. wenigstens zum Teil doppelt-fiederspaltig resp. gefiedert.

A. Spindel nicht geflügelt. — **Aa.** Segmente II. eiförmig-viereckig: *B. diversifolium* Mett. Fertile B. einfach gefiedert mit linealen Segmenten. Wälder Neucaledoniens. — **Ab.** Segmente II. lanzettlich bis lineal: *B. Lenormandi* (Bak.) Diels. Sterile B. mit 0,1—0,15 m

langem Stiele und 0,3—0,5 m langer, 0,15—0,2 m breiter Spreite. Fiedern II. lineal, fein gezähnt. Spindel fein spreuschuppig. Neucaledonien. — *B. biforme* (Bak.) Christ. Sterile B. einfach- oder doppelt-gefiedert an derselben Pflanze. Textur krautig. Wälder Centralmadagascars.

B. Spindel mit gelapptem Flügel besetzt: *B. Fraseri* (Cunn.) Mett. Rhizom aufrecht, dunkelbraun beschuppt. Sterile B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,3—0,5 m langer, bis 0,15 m breiter, krautiger, doppelt-gefiederter Spreite. Fiedern II. lineal-länglich, spitzlich, etwas gezähnt. Fertile B. ähnlich gegliedert. Wälder des nordwestlichen Neuseelands. Sehr eigenartige Species. — Eine ganz ähnliche, meist aber etwas größere Form (Stamm bis 1,5 m hoch) wurde von Loher in den Gebirgen Luzons bei 2000—2700 m gefunden.

Fossil kommen *Blechnum*-Arten — soweit der sehr an einige heutige tropische Arten erinnernde Habitus in Betracht gezogen werden kann — vom Eocän ab in Centraleuropa vor. (H. Potonié.)

50. **Sadleria** Kaulf. Sori zusammenhängend. Receptaculum erhöht, von den Anastomosen der nach V. Doodyae verbundenen Seitenadern durchzogen, auf dem Außenbogen der Rippenmaschen gelegen, der Rippe parallel und genähert. Indusium schmal,

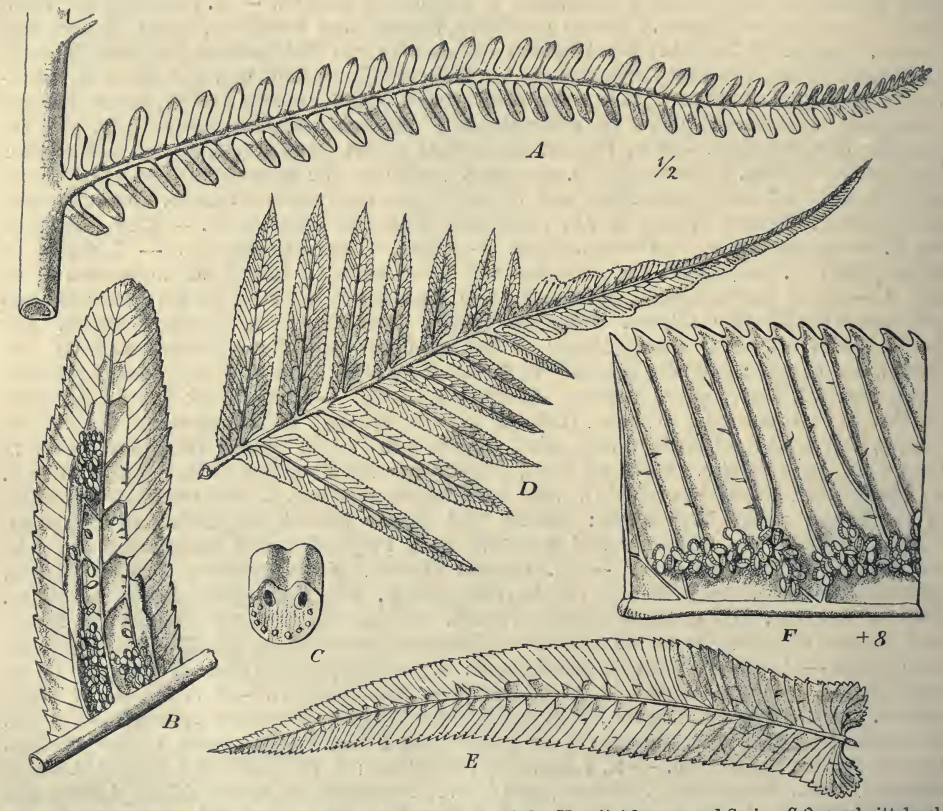


Fig. 132. *A—C Sadleria cyatheoides* Kaulf.: *A* Fieder I.; *B* Fieder II. mit Aderung und Soris; *C* Querschnitt durch den Blattstiel. — *D—F Brainea insignis* Hook.: *D* Spitze eines Blattes; *E* Fieder; *F* Teil einer Fieder mit Aderung und Soris. (Original.)

von der Gestalt des Sorus, lederig, intrors (Fig. 132, *B*). — Stamm baumartig, 1—1,5 m hoch. B. groß, gebüschelt, doppelt-gefiedert, gleichgestaltet. Seitenadern aller B. nach V. Doodyae verbunden.

Die an ihrer Tracht kenntliche Gattung, auf den Sandwichinseln endemisch, tritt dort ziemlich formenreich auf. Hillebrand (Fl. Hawaiian Isl. p. 580) ordnet das Material unter 4 Species.

A. Blattstiel nur am Grunde mit weichen Schuppen. Sori lang. — **Aa.** Schuppen blass, eiförmig oder oval-lanzettlich: *S. Souleytiana* (Gaud.) Hillebr. Stamm 0,9—1,5 m hoch, bis 0,25 m dick. B. mit 0,6—0,9 m langem Stiele und 1—1,8 m langer länglich-lanzettlicher Spreite. Fiedern I. fast sitzend, lineal; Fiedern II. 50—75 jederseits, sichelig, ganzrandig oder kammartig eingeschnitten. Größte Art, nicht häufig. — **Ab.** Schuppen rötlich, lineal-lanzettlich: *S. cyatheoides* Kaulf. B. bedeutend kleiner als bei voriger. Fiedern II. etwa 40 jederseits, ganzrandig oder etwas gezähnt (Fig. 132, *A—C*). Gemein in den niederen Lagen. Der Schuppenfilz (»pulu amamau«) wird ähnlich wie der von *Cibotium* benutzt. — **B.** Blattstiel und Spindel überall mit steifen Schuppen. Sori ziemlich kurz. — **Ba.** B. doppelt-fiederspaltig. Segmente lineal-länglich, ganzrandig: *S. pallida* Hook. & Arn. Stamm höchstens 0,9 m hoch. B. mit 0,2—0,5 m langem Stiele und 0,4—0,6 m langer Spreite. Aderung vortretend. — **Bb.** B. doppelt-gefiedert. Segmente schief-eiförmig, gekerbt oder gelappt: *S. squarrosa* (Gaud.) Mann. Stamm nur 0,05—0,15 m hoch. B. mit 0,15—0,25 m langem Stiele und bis 0,5 m langer, lederiger Spreite, die an *Polystichum aculeatum* erinnert. Aderung undeutlich. Tiefschattige Waldungen, in mehreren Formen (z. B. die sehr reducierte var. *depauperata* Hillebr. (*Polypodium unisorum* Bak.)) in höheren Lagen auf Kauai.

51. **Brainea** Hook. (*Bowringia* Hook., non Benth. & Champ.). Sori länglich, klein, auf dem Außenbogen der Rippenmaschen und im unteren Drittel der Adern, selten weiter hinauf, häufig zusammenfließend. Indusium fehlend (Fig. 132, *D—F*). — Stamm aufrecht, baumartig. B. gebüschelt, eine Krone bildend, einfach-, mitunter zum Teil doppelt-gefiedert. Seitenadern II. am Grunde gegabelt, nach V. Doodyae anastomosierend.

Eigentümlicher Monotyp des nördlichen Hinterindiens und Südchinas, in der Tracht mit Cycadeen zu vergleichen, die B. an *Lomaria*, der Aufbau an *Sadleria* erinnernd, aber durch die eigenartige Fructification ganz isoliert.

B. insignis Hook. Stamm 0,6—1,2 m hoch, 0,15—0,4 m im Umfang, dicht mit Fasern besetzt. B. mit etwa 0,1 m langem Stiele. Spreite etwa 0,9—1 m lang, 0,2—0,3 m breit, lederig. Fiedern dicht, zahlreich, länglich-lineal, am Grunde oft herzförmig geöhrt, fein gesägt. Zwischen 900 und 1800 m in trockeneren Wäldern (z. B. denen von *Pinus Mercusii*), von den Khasiabergen durch Birma und Tonkin nach Südchina.

52. **Stenochlaena** J. Sm. (incl. *Lomariobotrys* Fée, *Lomariopsis* Fée, *Teratophyllum* Mett. pt. — *Acrostichi* sp. autt., Hk.Bk.). Sori zusammenfließend und auf das Parenchym übergreifend, zuletzt die ganze Unterseite außer der Rippe und dem breiten, eingerollten, oft etwas modificierten Rande bedeckend. — Große Lianen. Rhizom weitkletternd. B. dimorph: sterile meist einfach-gefiedert, im Habitus an *Blechnum* erinnernd. Fiedern oft gegliedert der Spindel angefügt, lanzettlich. Seitenadern dicht genähert, parallel, einfach oder gegabelt. Fertile B. meist ebenfalls einfach-gefiedert, durch einen der Rippe ganz dicht genäherten Verbindungsstrang anastomosierend (Fig. 133, *C*). Fiedern schmal-lineal, unterseits mit Sorusmasse dicht bedeckt. Tropenfarne.

4 Arten, deren Systematik durch den ungewöhnlichen Polymorphismus der Blattgestalt sehr erschwert ist. Auch über die Stellung der Gattung im System der Polypodiaceen sind die verschiedensten Ansichten geäußert worden; meist wurde sie den Acrosticheen angeschlossen, deren Verwandtschaft jedoch höchst unwahrscheinlich ist.

Litteratur: H. Christ, in Ann. Jard. Buitenzorg XIII, 90—96.

Sect. I. *Eustenochlaena* Diels. Fertile B. einfach gefiedert: *St. sorbifolia* (L.) J. Sm. Rhizom tauartig bis 15 m hoch an Baumstämmen emporsteigend, mit großen Schuppen bedeckt. B. mit 0,2—0,3 m langem Stiele, Spreite 0,3—0,7 m lang, 0,2—0,4 m breit, festkrautig. Sterile mit 3—20 Fiedern jederseits: diese 0,07—0,2 m lang, 2—3 cm breit, länglich-lanzettlich, spitz, ganzrandig oder schwach gezähnt. Fertile Fiedern 0,15—0,3 m lang, nur $^1/_2$ cm breit (Fig. 133). Neben dem normalen Laube erzeugt das Rhizom häufig Adventivphyllome von mannigfacher Form; ebenso zeigen die jugendlichen Organe mitunter außerordentliche Abweichungen in der Gestalt. Namentlich in Malesien wurden derartige Abnormitäten zahlreich beobachtet (vgl. folgende Art). Überhaupt ist die Polymorphie der Pflanze so erheblich, dass Fée z. B. 17 Formen specifisch unterschied. Ihre Verbreitung umfasst die Waldgebiete der gesamten Tropen. In Cultur. — Eine mir unbekannte Verwandte ist *St. Pitlieri* (Christ) Diels aus Centralamerika. Textur krautig. — *St. palustris* (L.) Mett. (*Acrostichum scandens* (J. Sm.) Hk.Bk.). Rhizom bis in die Kronen der höchsten Bäume emporsteigend, ohne Schuppen. B.

von den Dimensionen der vorigen, doch von festerer, starr lederiger Textur, die Fiedern mit verdicktem, scharf grannig gezähneltem Rande und gedrängterer Aderung (Fig. 133, *C*, *D*). Auch hier kommt eigentümliche Heterophyllie vor, wobei manche Blattformen an Cyatheaceen und Asplenia erinnern, z. B. *Davallia achilleaefolia* Wall., *Teratophyllum* Mett. part.

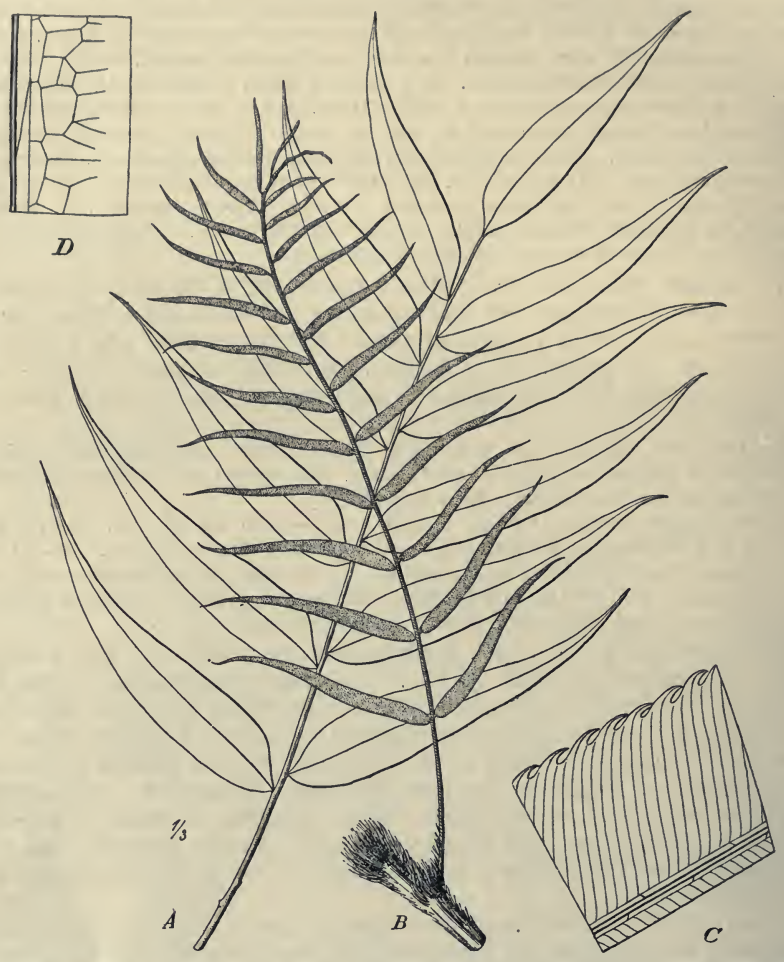


Fig. 133. *A*, *B Stenochlaena sorbifolia* (L.) J. Sm.: *A* steriles Blatt, *B* fertiles Blatt; *C*, *D St. palustris* (L.) Mett.: *C* Teil der Hälfte eines fertilen Blattes mit Aderung, *D* Teil der Hälfte eines sterilen Blattes mit Aderung. (*A*, *B* Original; *C*, *D* nach Mettenius.)

Ein von Karsten (Ann. Jard. Buitenz. XII (1894) p. 143 ff.) genauer untersuchter Fall zeigte zweierlei B.: »Luftblätter«, abstehend in die Luft ragend, einfach gefiedert, dunkelgrün glänzend, anatomisch von typischem Laubblattbau, normal assimilierend; und »Wasserblätter« dem Stamme angepresst, Spreite fein zerteilt, Segmente mosaikartig flach ausgebreitet, durchsichtig hellgrün, reduciert an Blattgewebe, Leitbündelausstattung, Cuticularisierung und Stereom, wohl nach Art vieler Hymenophyllen durch Capillarwirkung der Wasserökonomie der Pflanze dienstbar. — Östlicher Teil der Paläotropen, von Vorderindien bis Fiji, besonders die feuchtesten Gegenden bewohnend. Die Rhizome finden auf Celebes Verwendung als Schiffstaue. Die Pflanze wird häufig cultiviert im Warmhause. — *St. laurifolia* (Hook.) Diels. Voriger entsprechend, doch B. größer und Fiedern der Spindel ungegliedert angefügt. Ostmalesien, Salomonsinseln.

Sect. II. *Cafraria* Presl (*Lomariobotrys* Fée als Gatt.). Fertile B. doppelt-gefiedert:

St. tenuifolia (Desv.) J. Sm. (*Acrostichum Meyerianum* Hook.). Etwas kleiner als vorige. Mascarenen und Südafrika von Natal bis Cafrarien.

53. **Woodwardia** Sm. (incl. *Anchistea* Presl (als Gatt.), *Lorinseria* Presl (als Gatt.)). Sori lineal oder länglich-lineal, getrennt, in Ausstülpungen der Spreite eingesenkt, in einer Reihe parallel zur Rippe angeordnet. Indusium oberständig, gewölbt, dem Sorus gleichgestaltet, lederig, intrors (Fig. 134, *B*). — B. meist einfach- bis doppelt-fiederspaltig. Blattstiel mit 2 stärkeren und oft mehreren schwächeren Leitbündeln. Seitenadern aller B. nach V. Doodyae längs der Rippe eine Maschenreihe bildend, sonst frei oder hinter den Soris nochmals zu einer Maschenreihe anastomosierend.

Terrestrische Waldfarne. 5—6 Arten, verteilt über ein weites, eigentümlich zersplittertes Areal auf der nördlichen Hemisphäre. Die vielfach vicariierenden Formen zwischen Ostasien und Nordamerika liefern treffliche Beispiele für den Zusammenhang dieser Florengebiete.

Sect. I. *Anchistea* Presl (als Gatt.) B. gleichgestaltet. Seitenadern zwischen Soris und Rand frei.

W. virginica Sm. Rhizom oft 2—2,5 m lang kriechend. B. mit aufrechtem, 0,3—0,5 m langem Stiele und länglich-lanzettlicher, 0,3—0,5 m langer, 0,2—0,3 m breiter, kahler, lederiger Spreite. Fiedern 0,1—0,15 m lang, lineal-lanzettlich, in länglich-lineale Segmente eingeschnitten. Sümpfe des atlantischen Nordamerika von Neuschottland bis Florida und Arkansas. — *W. japonica* Sw. von voriger kaum durchgreifend trennbar. Fiedern meist tiefer eingeschnitten, Sori mehr auf die vorderen Teile der oberen Fiedern beschränkt. Tonkin, Südchina, Japan.

Sect. II. *Euwoodwardia* Hook. B. gleichgestaltet. Seitenadern zwischen Soris und Rand noch mindestens 1 Maschenreihe bildend:

W. radicans (L.) Sw. (einschließlich *W. orientalis* Sw.) Rhizom aufrecht, kräftig. B. mit 0,4 m langem Stiele und 0,9—2,5 m langer, 0,3—0,6 m breiter, kahler, lederiger Spreite. Fiedern I. lanzettlich, tief eingeschnitten in feingezähnte Fiedern II. Spindel oft sprossend und wurzelnd (Fig. 134, *A*, *B*). Weit verbreitet an feuchten schattigen Plätzen in den wärmeren Ländern der nördlichen Hemisphäre: von Makaronesien nach Portugal, Spanien, Süditalien, Sicilien. Dann wieder vom Himalaya (bis 1800 m) nach China und Japan, sowie auf den Gebirgen der Philippinen und Javas in der mittleren Waldregion. Endlich pacifisches Nordamerika, vom Puget Sound 47° n. Br. nach Süden bis Mexiko, Guatemala.

Sect. III. *Lorinseria* Presl (als Gatt.) B. dimorph. Seitenadern reichlich anastomosierend.

W. Harlandii Hook. Sterile B. einfach ungeteilt oder in 1—2 abstehende, bis 0,1 m lange Segmente jederseits eingeschnitten, kahl, lederig. Fertile B. mit zahlreicheren und schmäleren Segmenten. Hongkong. — *W. areolata* (L.) Moore. Rhizom kurz kriechend. Sterile B. mit 0,2 m langem Stiele und 0,2—0,3 m langer, dreieckig-eiförmiger, in zahlreiche, länglich-lanzettliche, gelappte Fiedern eingeschnittene Spreite. Fertile B. mit schmallinealen Fiedern. Feuchte Wälder, Sümpfe des atlantischen Nordamerika.

Fossil kommt *Woodwardia* sicher im Tertiär vor. Vielleicht gehört schon die *Woodwardia minor* Beck (1882) aus dem Oligocän Mittweidas in Sachsen zu dieser Gattung. *W. Roessneriana* (Unger) Heer aus dem Miocän von Radoboy in Croatien und der Schweiz, hier mit Soris, wenn auch die Sporangien nicht eruierbar sind, ist von der recenten *W. radicans* nicht zu unterscheiden, ebensowenig wie sterile, direct von Saporta und Marion (1876) als *W. radicans* bestimmte Blattreste aus dem Pliocän von Meximieux in Frankreich. Aus dem Miocän sind noch mehrere Reste beschrieben, die *Woodwardia*-Arten angehören dürften, so *W. latifolia* Lesquereux (1878) von Golden in Colorado, deren nur steril bekannte Blattreste zwar der *W. radicans* sehr ähnlich sind, aber größere Dimensionen und eine sehr breit geflügelte Hauptspindel aufweisen.

(H. Potonié.)

54. **Doodia** R.Br. Sori länglich, oft etwas gekrümmt, oberflächlich, nicht eingesenkt, in 1 bis mehr Reihen parallel zur Rippe angeordnet. Indusium flach, dem Sorus gleichgestaltet, häutig (Fig. 134, *D*). — B. fiederspaltig oder gefiedert. Adern zwischen Rippe und Rand 1—2 Maschenreihen bildend.

Die schwach begründete, aber habituell gut erkennbare Gattung enthält im östlichen Teile der alten Welt 4—5 Arten, deren Constanz allerdings noch der Prüfung bedarf.

A. Fiedern am Grunde breit angewachsen, einander berührend. — Aα. B. gleichgestaltet: *D. aspera* R.Br. B. mit 0,05—0,1 m langem Stiele und 0,15—0,5 m langer bis 0,1 m breiter, länglich-lanzettlicher, lederiger Spreite. Fiedern lineal, gesägt, die unteren stark verkürzt. Ostaustralien verbreitet. — *D. blechnoides* Cunn., voriger sehr nahe, die untersten Fiedern weniger stark verkürzt. Neusüdwales. — Aβ. B. dimorph: *D. dives* Kze. Fast dreimal größer als vorige; die fertilen B. länger als die sterilen, mit schmallinealen Fiedern. Ceylon, Java bei etwa 1200 m.

B. Untere Fiedern am Grunde frei, von einander getrennt: *D. media* R.Br. B. mit 0,1—0,15 m langem, schwarzem Stiele und 0,3—0,5 m langer Spreite. Untere Fiedern am Grunde herzförmig oder geöhrt. Sori in 1—2 Reihen angeordnet. Eine ähnliche Form von

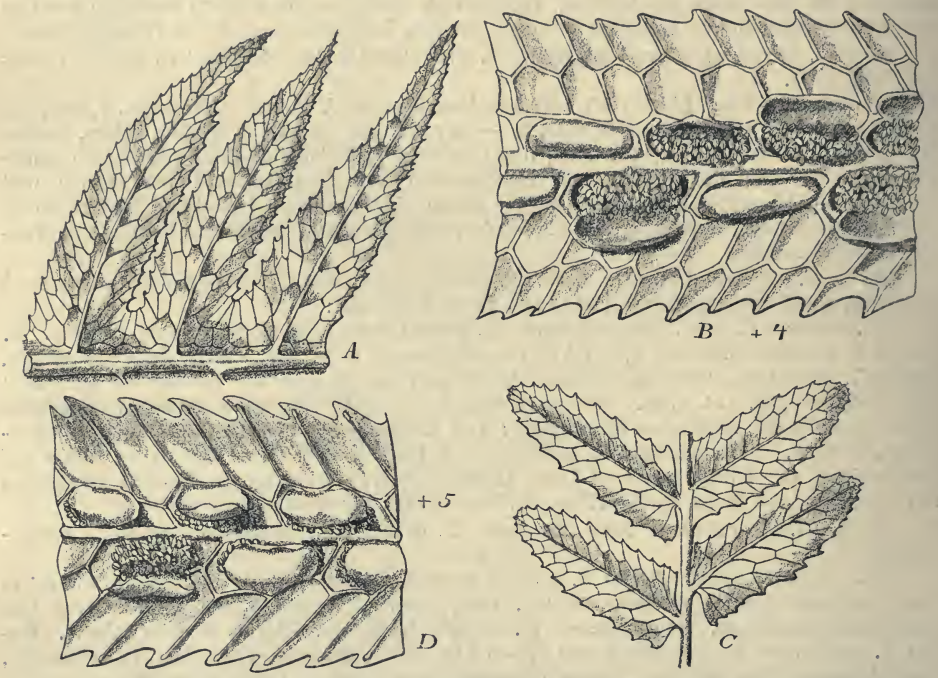


Fig. 134. *A, B Woodwardia radicans* (L.) Sw.: *A* Fiedern II.; *B* Teil einer Fieder II. mit Aderung und Soris. — *C, D Doodia media* R.Br.: *C* Fieder I.; *D* Teil einer Fieder I. mit Aderung und Soris. (Original.)

schlafferer Textur, mit oft liegenden, ausgeprägter zur Dimorphie neigenden B. ist *D. caudata* R.Br. (Fig. 134, *C, D*). Ostaustralien, Melanesien, Polynesien: von den Sandwichinseln bis zum nördlichen Neuseeland.

Nutzen: Alle Arten beliebte Zierpflanzen unserer Warmhäuser.

VI. Pterideae.

Sori länglich bis lineal, längs der Adern, an deren Enden oder einer Queranastomose. Indusium meist fehlend. Blattrand häufig umgeschlagen, oft modificiert, den Sorus überdachend. — B. ungegliedert dem Rhizome angefügt. Spreite seltener ungeteilt, meist zusammengesetzt. Keine Spicularzellen. Bekleidung Spreuschuppen oder Haare, letztere zuweilen Wachs ausscheidend.

1. Gymnogrammineae.

Sori die gesamten Adern (ev. mit Ausnahme ihrer Vorderenden) einnehmend.

A. Alle Blattteile gleichgestaltet, höchstens bei ungeteilten B. die fertilen schmäler.

a. Paraphysen vorhanden. Spreuhaare. B. ungeteilt, selten einfach-gefiedert.

α. Aderung fächerig . . . . . 55. Pterozonium.
β. Aderung fiederig . . . . . 56. Syngramme.
b. Paraphysen fehlen. B. ein- bis mehrfach-gefiedert.
α. Aderung der Segmente fächerig oder wenigstens mehrmals dichotom. Adern frei. Spreuhaare.
I. B. meist begrenzt wachsend. Fiedern I. meist wiederum geteilt.
1. B. kahl . . . . . 57. Anogramme.
2. B. ± behaart . . . . . 58. Gymnogramme.
II. B. unbegrenzt wachsend. Fiedern I. dachig, ± ganzrandig, höchstens gekerbt 59. Jamesonia.
β. Aderung der Segmente fiederig (selten fächerig). Spreuhaare oder Spreuschuppen.
I. B. kahl . . . . . 60. Coniogramme.
II. B. behaart.
1. B. gelappt oder gefiedert, unterste Segmente stark basiskop gefördert. Adern reich anastomosierend . . . . . 61. Hemionitis.
2. B. gefiedert. Adern frei oder sparsam anastomosierend 62. Neurogramme.
B. B. dimorph. Fertile B. zusammengezogen.
α. Fertile B. unterseits mit Wachs ausscheidenden Trichomen. B. mit meist dreiteiligen Fiedern . . . . . 63. Trismeria.
β. Fertile B. ohne Wachs ausscheidende Trichome. Sterile Fiedern oft gabelig gespalten 64. Microstaphyla.

2. Cheilanthinae.

Sori den Vorderteil der Adern einnehmend, von dort zuweilen zusammenfließend oder sich rückwärts ausbreitend. Blattstiel oft schwarz poliert.

A. Alle B. gleichgestaltet.
a. Adern am Ende kaum verdickt.
α. Blattrand umgeschlagen, oft modificiert.
I. Fiedern fast gleichseitig.
1. Fiedern gegliedert-gestielt . . . . . 65. Pellaea.
2. Fiedern nicht gegliedert-gestielt . . . . . 66. Doryopteris.
II. Fiedern akroskop stark gefördert . . . . . 67. Adiantopsis.
β. Blattrand kaum umgeschlagen, nicht modificiert.
I. Fiedern sehr stark akroskop gefördert. Nur Spreuhaare . . 68. Aspleniopsis.
II. Fiedern I. gleichseitig entwickelt. Auch Spreuschuppen . 69. Nothochlaena.
b. Adern am Ende verdickt.
α. Blattrand überall ± umgeschlagen. . . . . 70. Cheilanthes.
β. Blattrand nur über dem buchtenständigen Sorus als Decklappen umgeschlagen 71. Hypolepis.

B. B., bezw. Segmente der B. dimorph.
a. Blattstiel am Grunde nicht verdickt.
α. Segmente der B. dimorph: die obersten fertil, zusammengezogen . . 72. Llavea.
β. B. dimorph . . . . . 73. Cryptogramme.
b. Blattstiel am Grunde verdickt . . . . . 74. Plagiogyria.

3. Adiantinae.

Sori das Ende der Adern innerhalb der umgeschlagenen Randlappen einnehmend, zuweilen auf das Parenchym übergreifend. Blattstiel schwarz poliert. Fiedern meist akroskop gefördert . . . . . 75. Adiantum.

4. Pteridinae.

Sori auf intramarginalem Verbindungsstrang der Adern-Enden. Blattstiel selten schwarz poliert. Blattsegmente selten akroskop gefördert.

A. Extrorses Indusium fehlend.
a. B. mehrfach dichotom verzweigt . . . . . 76. Actiniopteris.
b. B. nicht mehrfach-dichotom, meist gefiedert.
α. Blattstiel schwarz poliert. . . . . 77. Cassebeera.
β. Blattstiel nicht schwarz poliert.

I. Blatt rings am Rande fertil . . . . . 78. Amphiblestra.
II. Sinus der Blatteinschnitte steril.
1. Sporen kugelig-tetraëdrisch.
* Blattstiel mit mehreren Leitbündeln.
† Aderung fiederig . . . . . 79. Anopteris
†† Aderung fächerig . . . . . 80. Ochropteris.
** Blattstiel mit 1 Leitbündel . . . . . 81. Pteris.
2. Sporen bilateral . . . . . 82. Histiopteris.
III. Sinus der Blatteinschnitte fertil . . . . . 83. Lonchitis.
B. Extrorses Indusium vorhanden:
a, Blattstiel mit mehreren Leitbündeln . . . . . 84. Pteridium.
b. Blattstiel mit 1 Leitbündel . . . . . 85. Paesia.

VI. 1. Pterideae-Gymnogrammineae.

Sori die gesamten Adern II. (ev. mit Ausnahme ihrer Enden) einnehmend.

Die Grenzen gegen die *Cheilanthinae* sind stellenweise sehr undeutlich und bedürfen noch eingehenden Studiums.

Fig. 135. *A*, *B* *Pterozonium reniforme* (Mart.) Fée: *A* Habitus, *B* Teil des Blattes mit Aderung und Soris. — *C—E* *Syngramme* J. Sm. em.: *C*, *D* *S. borneensis* (Hook.) J. Sm.: *C* Habitus; *D* Teil der Hälfte eines Blattes mit Aderung und Soris; *E* *S. quinata* (Hook.) Carruth.: Teil der Hälfte einer Fieder mit Aderung und Soris. (Original.)

55. **Pterozonium** Fée (*Gymnogrammis* sp. autt., Hk. Bk.). Sori den mittleren Teil der Adern einnehmend (Fig. 135, *A*, *B*), mit Paraphysen. Sporen kugelig-tetraëdrisch. — Blattstiel lang, von 3 Leitbündeln durchzogen. Spreite ungeteilt, nierenförmig bis rundlich, kahl. Keine deutliche Mittelrippe. Adern fächerig von der Insertion des Blattstieles ausstrahlend.

2 Arten, neotropisch in Nordbrasilien und Nachbargebieten. — Isolierte Gattung.

P. reniforme (Mart.) Fée. Rhizom kurz, dick, mit pfriemlichen, glänzenden Schuppen bedeckt. B. im Habitus denen von *Adiantum reniforme* gleichend, mit 3—5 cm langem, schwarzem Stiele. Spreite 2—4 cm im Durchmesser, am Rande gekerbt, lederig. Adern gegabelt. Sori einfach, lineal, zuletzt zu einem breiten Bande verschmelzend (Fig. 135, *A, B*). Epiphyt in schattigen Bergwäldern in Ostperu, Alto-Amazonas, Guiana. — *P. cyclophyllum* (Bak.) Diels. B. oval, kleiner als bei voriger. Sori wenig zahlreich, zum Teil von dem umgeschlagenen Blattrande bedeckt. Am Roraima.

56. **Syngramme** J. Sm. em. (incl. *Asplenitis* J. Sm., *Austrogramme* Fourn., *Trichiogramme* Kuhn pt. — *Gymnogrammis* et *Hemionitis* sp. Hk. Bk.). Sori fast die gesamte Länge der Adern einnehmend, mit Paraphysen. Sporen kugelig-tetraëdrisch. — Rhizom kriechend, borstig behaart, mit geschlossenem Bündelring. B. mehrzeilig, kahl. Blattstiel ungegliedert. Spreite mit Mittelrippe und fiederig gestellten Seitenadern, meist ungeteilt. Indument aus Haaren bestehend (Fig. 135, *C—E*).

Etwa 12 Arten, fast alle malesisch, meist von localisiertem Vorkommen, besonders entwickelt im östlichen Teile Malesiens, in Papuasien und Melanesien.

A. Adern frei (*Asplenitis* J. Sm., *Austrogramme* Fourn.): S. *marginata* (Mett.) Diels. B. kurzgestielt, ungeteilt, länglich-zungenförmig, 0,2—0,4 m lang, bis 5 cm breit, ganzrandig, braungerandet, lederig. Adern vortretend, gegabelt. Gebüsch des Berglandes von Neucaledonien. — *S. elaphoglossoides* (Bak.) Diels. Habitus von *Elaphoglossum Lingua*: Sori zusammengeflossen, zuletzt nur einen schmalen Saum der Spreite frei lassend. Roraima-Gipfel (Guiana).

B. Adern durch einen intramarginalen Verbindungsstrang communicierend (Fig. 135, *D*). — **Ba.** Verbindungsstrang etwas vom Rande entfernt. B. ganzrandig: *S. obtusifolia* (Hook.) J. Sm. Rhizom kriechend. B. mit 5—7 cm langem Stiele. Spreite stumpf-zungenförmig, 0,15 bis 0,25 m lang, höchstens $1^1/_2$ cm breit. Adern einfach oder gegabelt. Sori weder Rand, noch Rippe berührend. Java. Nahe steht *P. Lobbiana* (Hook.) J. Sm. von Borneo. — **Bb.** Verbindungsstrang dicht am Rande gelegen. B. gesägt oder gezähnt: *S. borneensis* (Hook.) J. Sm. B. fast sitzend, die sterilen 0,1—0,17 m lang, etwa 2 cm breit; die fertilen etwas länger und kaum halb so breit (Fig. 135, *C, D*). Epiphytisch an Bäumen auf Borneo und Celebes. Eine ähnliche Form auf den Fijiinseln. — *S. cartilagidens* (Bak.) Diels, von voriger unterschieden durch dünnere Textur, feinere Adern, schmälere Sori und besonders durch den mit knorpeligen Zähnen ausgestatteten Blattrand. Borneo.

C. Adern nach V. Hemidictyi am Rande eine Reihe von Maschen bildend (Fig. 135, *E*). — **Ca.** B. ungeteilt, zur Dimorphie geneigt: *S. vittaeformis* J. Sm. B. mit kurzem Stiele, 0,2—0,3 m lang, 2—6 cm breit, spatelig; die fertilen länger und schmäler. Rand geschweift. Philippinen. — *S. alismifolia* (Presl) J. Sm. B. mit 0,15—0,5 m langem Stiele. Spreite lanzettlich oder länglich-lanzettlich, am Grunde abgerundet oder keilig verschmälert, ganzrandig. Malesien von Malakka bis Philippinen. — **Cb.** B. 3- oder 5-teilig: *S. quinata* (Hook.) Carruth. B. mit 0,3 m langem Stiele. Spreite vom Ansehen des *Aesculus*-Blattes, etwa 0,25 m im Durchmesser; Mittelfieder 0,25 m lang, 4 cm breit, kurz gestielt, die seitlichen sitzend, etwas kleiner, alle länglich-lanzettlich, zugespitzt, ganzrandig. Von Borneo ostwärts bis zu den Salomon- und Gilbertinseln.

D. Adern nach V. Doodyae Maschen bildend: — **Da.** B. ungeteilt. — **Daα.** B. nicht oder schwach dimorph: *S. lanceolata* (Hook.) J. Sm. (*Hemionitis* l. Hk. Bk.). B. mit 0,15—0,25 m langem Stiele und ebenso langer, 3—7 cm breiter, ganzrandiger, kahler Spreite. Bergwälder Neuguineas und der Fijiinseln. — Ähnlich *S. Hosei* (Bak.) Diels aus Westborneo. — **Daβ.** B. stark dimorph: *S. Zollingeri* (Kurz) Diels (*Hemionitis* Z. Hk. Bk.). B. dichtrosettig, die sterilen fast sitzend, verkehrt-lanzettlich, ganzrandig, 0,1—0,15 m lang, 4 cm breit, die fertilen lineal, nur 1 cm breit. Malesien. — **Db.** B. fast stets gefiedert: *S. pinnata* J. Sm. B. mit 0,15—0,3 cm langem Stiele und oft über 0,3 m langer Spreite. Fiedern aufrecht abstehend, ganzrandig. 3—4 Maschenreihen, deren äußere centrifugal gerichtete blinde Äderchen enthält. Melanesien, Nordostaustralien, Fijiinseln.

57. **Anogramme** Link. (*Gymnogramme* Kuhn, *Gymnogrammis* sp. Desv., autt., Hk. Bk.). Sori auf den Adern inseriert, fast ihre ganze Länge einnehmend, ohne Paraphysen. Sporen kugelig-tetraëdrisch mit 3 Leisten. — Prothallium perennierend, reich lappig-verzweigt mit knöllchenartigen Adventivsprossen, die teils vegetativ bleiben

und eventuell wiederum in Lappen auswachsen können, teils die Archegonien tragen (»Fruchtsprosse«). Ungeschlechtliche Generation meist einjährig. Rhizom verkürzt, sehr schwach, mit langen Borstenhaaren besetzt. B. gebüschelt. Blattstiel dem Rhizome ungegliedert angefügt, in der Mitte von 1—2 Leitbündeln durchzogen. Spreite von begrenztem Wachstum, mehrfach-fiederschnittig, fast völlig kahl. Aderung der Segmente anadrom, mehrmals dichotom, frei (Fig. 136, *B*).

Über die Entwickelung des Prothalliums vgl. S. 20 ff. und Goebel in Botan. Zeit. XXXV. (1877), 671 ff.; Flora LXXII. (1889), 20 ff.

Weitverbreitete Gattung, am formenreichsten im wärmeren Amerika, etwa 5 Arten. — Ihre Trennung von *Gymnogramme*, schon in der Tracht angedeutet, ist durch das Verhalten des Prothalliums offenbar.

A. B. dreifachfiederschnittig: *A. leptophylla* (L.) Link. Rhizom fast fehlend. Blattstiel 2—10 cm hoch, Spreite 5—10 cm lang, 2—4 cm breit, die sterile kürzer gestielt und weniger

Fig. 136. *A, B Anogramme leptophylla* (L.) Link.: *A* Habitus, *B* letztes Segment mit Aderung und Soris; *C, D Gymnogramme* Desv.: *C G. elongata* Hook.: Blatt; *D G. Lindigii* Mett.: Blattspreite. (*A, B* nach Fée; *C, D* Original.)

geteilt. Segmente keilfächerförmig, tief eingeschnitten. Textur zart, fast durchsichtig. Farbe gelbgrün. Von Makaronesien und der atlantischen Zone Westeuropas (bis Jersey) durch das Mittelmeergebiet (nördlich bis Meran) verbreitet und auf feuchtem Lehmboden und an Felsen nicht selten. Ferner in Abessinien und in Südafrika bis Capstadt, Madagascar, Westasien, Vorderindien, Ostaustralien, Neuseeland, in Amerika von Mexiko bis Argentinien. — *G. Lorentzii* Hieron. B. weniger zerteilt als bei voriger. Uruguay, Entrerios. — *A. Ascensionis* (Hook.) von ähnlicher Größe, vielleicht etwas reducierte Form der folgenden. Segmente II. kurz gelappt. Auf den Green Mountains von Ascension. — **B.** B. vier- bis mehrfachfiederschnittig: *A. chaerophylla* (Desv.) Link. Größer als vorige. Rhizom schwach entwickelt. Blattstiel 0,15 m lang, Spreite oval-dreieckig 0,1—0,15 m lang. Fiedern I. und II. dreieckig, letzte Segmente oblong, spitz. Textur dünn, schlaff. Habituell an *Cystopteris* erinnernd. Im wärmeren Amerika von den Antillen bis Nordargentinien. — *A. schizophylla* (Bak.) Diels. Größer

und feiner zerteilt, letzte Segmente zweispaltig. Jamaica, Cuba auf den Gebirgen. In der Cultur sehr beliebt. — *A. microphylla* Hook., wahrscheinlich zerteiltere Form von *A. leptophylla*, aber perennierend. An Bäumen im Osthimalaya 2000—3500 m; Khasiaberge.

58. **Gymnogramme** Desv. s. str. (incl. *Ceropteris* Link. pt., *Ampelogramme* J. Sm., *Eriosorus* Fée, *Psilogramme* Kuhn pt.). Sori auf den Adern inseriert, fast ihre ganze Länge einnehmend, ohne Paraphysen. Sporen kugelig-tetraëdrisch mit 3 Leisten. — Rhizom kriechend, mit Spreuhaaren besetzt und von geschlossener Leitbündelröhre durchzogen. B. mehrzeilig, meist begrenzt wachsend. Blattstiel dem Rhizome ungegliedert angefügt, von 1 Leitbündel durchzogen. Spreite meist mehrfach-fiederschnittig, ± behaart. Aderung der Segmente anadrom, fächerig oder wenigstens mehrmals dichotom. Adern frei (Fig. 136, *C*, *D*).

Etwa 20 Arten, in Mittel- und dem trockeneren Südamerika, am zahlreichsten und in größter Polymorphie in den höheren Regionen der Anden; außerdem 1 Art im südlicheren Afrika und dem madagassischen Gebiete.

Übersicht nach Kuhn, Die Gruppe der Chaetopterides p. 12 ff.

Sect. I. *Eugymnogramme* Diels. B. ohne Wachsüberzug.

A. Adern in die Spitzen der Zähne auslaufend. — **Aa.** B. unbegrenzt wachsend (Fig. 136, *C*). Segmente I. fiederspaltig bis doppelt-fiederteilig. (*Ampelogramme* J. Sm.) In einigen Punkten zu *Jamesonia* Hook. & Grev. überleitende Gruppe: *G. elongata* Hook. Rhizom kurz. B. mit nur 5—10 cm langem, dunkelbraunem Stiele und 0,15—0,3 m langer, 1 cm breiter, linealer, an der Spitze eingerollter und ähnlich *Jamesonia* fortwachsender Spreite. Fiedern länglich-dreieckig, etwas entfernt, am Rande mit 2—3 Lappen. B. lederig, beiderseits behaart. Adern fächerig (Fig. 136, *C*). Anden von Columbien bis Bolivien. — *G. cheilanthoides* (Sw.) Kaulf. Rhizom länger als bei voriger. Fiedern fiederteilig mit länglichen Segmenten. Tristan d'Acunha. — *G. flabellata* Hook. & Grev. Fiedern I. deutlich gestielt, doppelt-fiederschnittig. Anden von Ecuador. — **Ab.** B. von begrenztem Wachstum (Fig. 136, *D*). Außerordentlich formenreiche, vorwiegend andine Gruppe, deren Gliederung mit Schwierigkeit verbunden ist. — **Abα.** Spindel gerade. — **AbαI.** B. nicht drüsig: *G. rufescens* Fée (*G. mohriaeformis* Kze.) B. länglich, am Grunde dreifach-fiederschnittig, behaart. Peru. Ähnliche Formen auch sonst in den nördlichen Anden. — *G. Sellowiana* Mett. Blattstiel bis 0,07 m hoch, B. lanzettlich-lineal, 0,07—0,15 m lang, bis 2 cm breit. Fiedern I. zahlreich, lanzettlich. Habituell an *Cheilanthes* § *Physapteris* erinnernd. Mittelbrasilien. — *G. Warscewizii* Mett. mit ziemlich reduciertem Indument. Anden Columbiens um 3000 m. — **AbαII.** B. drüsig: *G. glandulosa* Karst. Blattstiel 0,15—0,3 m lang, Spreite 0,3—0,6 m lang, eiförmig-dreieckig, vierfach-fiederspaltig: die Segmente III. fächerförmig-keilförmig, mit länglichen Lappen. Columbien. — *G. myriophylla* Sw. noch größer als vorige, aber nicht ganz so weit zerteilt. Fiedern I. gestielt. Textur weich-krautig. Verbreitet in Südbrasilien und Argentinien. — **Abβ.** Spindel im Zickzack hin und her gebogen: *G. insignis* Mett. B. mit 5 cm langem Stiele. Spreite 0,3 bis 0,4 m lang, fast 0,1 m breit. Fiedern I. gestielt, zurückgebogen und dann wieder aufwärts gewandt. Textur starr. Mittelbrasilien. — *G. prehensibilis* Bak. B. groß, 4—5 fach fiederspaltig. Spindel langschlingend. Untere Fiedern I. langgestielt, bis 0,3 m lang. Fiedern II. ebenfalls noch gestielt, dreieckig-lanzettlich, etwa 0,1 m lang. Textur krautig. Anden von Columbien und Ecuador 1800—3000 m. — Durch viel starrere Textur und glänzend gelbe Spindel zeichnet sich aus *G. anfractuosa* Christ, auf den Höhen Costaricas.

B. Adern den Rand nicht erreichend, oder in die Buchten der Zähne auslaufend.

Ba. Segmente letzter Ordnung je 1 Ader enthaltend: *G. hirsutula* Mett. B. mit 5 cm langem Stiele; Spreite 0,3 m lang, bis 2 cm breit, doppelt-fiederspaltig, mäßig behaart. Noch weniger behaart ist *G. Karstenii* Mett. Beide auf den Anden Columbiens, mit verwandten Formen, z. B. *G. Lindigii* Mett. (Fig. 136, *D*).

Bb. Segmente letzter Ordnung mehrere Adern enthaltend. — **Bbα.** B. frühzeitig kahler werdend: *G. Ottonis* Klotzsch. B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele. Spreite 0,15—0,2 m lang, doppelt-gefiedert, starr. Fiedern II. fast kreisrund, ganz oder gekerbt. Anden Venezuelas an trockenen sonnigen Orten zwischen Gestein, um 2100 m. — *G. Schomburgkiana* Kze., von ähnlichen Dimensionen, aber Fiedern II. spatelig, zwei- bis dreispaltig. Britisch Guiana. — **Bbβ.** B. wenigstens unterseits dicht behaart: *G. aureo-nitens* Hook. (*Eriosorus* Fée). B. dreieckig-lanzettlich, unten von schimmernder Wolle gedeckt, Spindel geschlängelt. Fiedern entfernt, gestielt, die größten bis 0,15 m lang, 7 cm breit. Sori unter dem Filze versteckt.

Anden Perus. — *G. xerophila* Bak. noch größer als vorige. Segmente III. gelappt. Felsige Stellen. Columbien. 2500 m.

Sect. II. *Cerogramme* Diels (*Ceropteris* Link pt.) B. unterseits mit mehlartigem Wachsüberzuge versehen.

A. Unterste Fiedern kürzer als die folgenden, B. daher länglich-elliptisch: *G. sulphurea* Desv. B. an 2—15 cm langem, rothbraunem Stiele. Spreite 0,15—0,3 m lang, bis 0,1 m breit, dreifach-fiederspaltig, unterseits goldgelb bestäubt. Fiedern II. in keilförmige, fächerig eingeschnittene Segmente gespalten. Textur zart. Schattige Felsen, Antillen. **B.** Unterste Fiedern die längsten, B. daher dreieckig: *G. argentea* Mett. B. von den Dimensionen der vorigen, doch feiner zerteilt, vierfach-fiederspaltig, unterseits weiß, hellrosenrot oder gelb (var. *aurea* Mett.) bestäubt. Felsritzen in feuchtschattigen Lagen. Südafrika, Madagascar, Mascarenen, die var. *aurea* außerdem in Angola. Die graciöseste Art der Gattung.

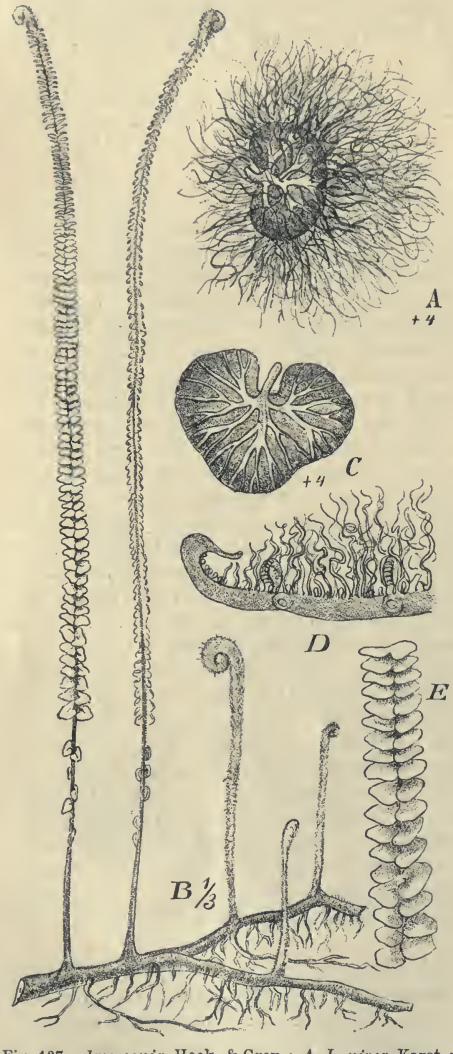


Fig. 137. *Jamesonia* Hook. & Grev.: *A J. nivea* Karst.: Fieder; *B—E J. canescens* (Klotzsch) Kze.: *B* Habitus, *C* Fieder, *D* Teil eines Querschnitts durch eine fertile Fieder (umgekehrt), *E* Teil eines Blattes. (Nach Karsten.)

59. **Jamesonia** Hook. & Grev. (*Psilogramme* Kuhn pt.). Sori in der unteren und mittleren Zone der Adern inseriert, zuletzt zusammenfließend. Rhizom dünn, kurz kriechend, stark verästelt, schwarz. Blattstiel geschlängelt, schwarz. B. schmal-lineal, meist einfach-gefiedert, an der Spitze umgerollt, von unbegrenztem Wachstum, lederig. Fiedern kurz, oblong bis kreisrund, meist sehr zahlreich, gedrängt inseriert, dachziegelig einander deckend, ganzrandig oder ± gekerbt, unterseits meist wollig behaart. Aderung fast fächerig (Fig. 137).

Hochgebirgsfarne Mittel- und Südamerikas, ausgezeichnet durch ihren reducierten Habitus, der im Einklang steht mit der Epharmose ihrer Begleitpflanzen. Sie bewohnen mit Vorliebe die baumlosen, stürmischen, sumpfigen Paramos, von 2500—4500 m, oft unweit der Schneegrenze, wo sie mit *Sphagnum* zusammen gefunden werden, deren unbegrenztes Wachstum bei ihnen einigermaßen wiederkehrt.

Die Gruppe umfasst eine Reihe eng verwandter Arten, deren sehr umstrittene Abgrenzung bedeutenden Schwierigkeiten begegnet. Die Grenze der Gattung gegen *Gymnogramme* ist mehr conventionell als wirklich durchgreifend.

A. Fiedern der Spindel angewachsen: *J. verticalis* Kze. Blattstiel 0,3—0,5 m lang, Blätter nur 0,15—0,25 m lang. Fiedern relativ groß, breit eiförmig, am Rande umgeschlagen. Columbien. — **B.** Fiedern sehr kurz gestielt. — **Ba.** B. unterseits kahl: *J. glutinosa* Karst. B. 0,3—0,4 m lang, nur 1 cm breit; oberseits drüsig-klebrig, unterseits kahl. Columbien bei 2500—3000 m. — **Bb.** B. unterseits ± wollig. — **Bbα.** Blattrand nicht umgerollt: *J. laxa* Kze. Venezuela. — **Bbβ.** Blattrand ± nach der Unterseite umgeschlagen: *J. canescens* (Klotzsch) Kze. B. bis 0,5 m lang. Fiedern 3 mm breit, horizontal gestellt und dicht dachig (Fig. 137, *B—E*). Costarica bis Peru auf den hohen Anden. — *J. nivea* Karst. B. halb so groß wie vorige, allseits in Filz gehüllt. Fiedern dicht zweireihig, herznierenförmig, 3 mm breit. Von

allen Arten am dichtesten behaart, in seinem weißen Filzüberzug habituell sehr auffällig, »aussehend wie ein *Cephalocereus senilis* in Miniatur« (Fig. 137, *A*). Paramos von Venezuela bis Ecuador von 3000—4500 m. — *J. imbricata* (Cav.) Hook. et Grev. B. kurzgestielt, schlank, weniger dicht behaart. Verbreitung wie vorige. — *J. scalaris* Kze. B. nur 0,3 m lang, Fiedern ∞ jederseits, 1½ mm breit, rundlich herzförmig, unterseits kurz behaart. Hohe Anden von Costarica bis Peru. — *J. brasiliensis* Christ. Locker rasig. B. 0,6—0,7 m lang. Fiedern ∞, kreisrund, gefurcht-gekerbt, unten etwas wollig. Mittelbrasilien, Sierra de Itatiaya, 2200 m; einzige Form außerhalb der Anden.

60. **Coniogramme** Fée (*Dictyogramme* Presl — *Gymnogrammis* sp. autt., Hk. Bk.). Sori lineal, den Adern der Länge nach folgend, ohne Paraphysen (Fig. 138, *B*). Sporen

Fig. 138. *A*, *B Coniogramme fraxinea* (Don) Fée: *A* Habitus, *B* Teil der Hälfte einer Fieder mit Aderung und jungen Soris. — *C*, *D Hemionitis palmata* L.: *C* Habitus, *D* Segment mit Aderung und Soris. (Original.)

kugelig-tetraëdrisch. — Rhizom kriechend. Blattstiel ungegliedert dem Rhizome angefügt, mit 1 halbcylindrischen Leitbündel. B. einfach- oder doppelt-gefiedert, kahl oder sehr schwach flaumig. Adern dicht gestellt, fiederig, gegabelt, frei oder anastomosierend, am Ende keulig verdickt.

Paläotropischer Typus, ziemlich variabel, in der Fructification mit *Gymnogramme* übereinstimmend, durch Aderung und Habitus davon weit verschieden.

C. fraxinea (Don) Fée (*Gymnogramme javanica* Bl., Hk.Bk.). B. mit 0,3—1,2 m langem Stiele und eben so langer, fest krautiger Spreite (Fig. 138, *A*). Erdfarn an feuchten Stellen; durch das gesamte paläotropische Gebiet und über seine Osthälfte hinaus bis Nordchina, Japan und den Sandwichinseln sehr verbreitet. — *C. japonica* (Thunb.) Diels (*Dictyogramme* Presl) mit anastomosierenden Adern, Formosa und Japan, scheint kaum verschieden.

61. **Hemionitis** L. s. str. Sori fast sämtliche Adern ihrer ganzen Länge nach einnehmend, ohne Paraphysen. — Rhizom aufrecht oder halbliegend. B. gebüschelt, meist behaart. Stiel ungegliedert dem Rhizome angefügt. Spreite meist gelappt, selten gefiedert, unterste Segmente basiskop stark gefördert. Adern nach V. Doodyae Maschen bildend (Fig. 138, *C, D*).

Kleine, schwach charakterisierte Gattung, am nächsten wohl mit folgender (*Neurogramme*) verwandt, fast nur habituell gekennzeichnet. 1 Art im indo-malesischen Gebiet, mehrere andere (etwa 6) in Mittelamerika und den nördlichen Anden.

A. *Cardinitis* J. Sm. B. spießförmig: *H. arifolia* (Burm.) Bedd. Rhizom aufrecht oder liegend. Sterile B. mit 0,05—0,1 m langem Stiele und 0,05—0,07 m breiter Spreite mit stumpflichen Lappen. Fertile B. mit oft 0,3 m langem Stiele und spitzer gelappter Spreite. Flächen unterseits behaart. Vorder- und Hinterindien, Philippinen. — **B.** B. fünflappig: *H. palmata* L. Rhizom aufrecht. B. krautig, zottig behaart, Spreite 0,05—0,15 m im Durchmesser, die fertilen länger gestielt und spitzer gelappt als die sterilen. Segmente gekerbt-gebuchtet. (Fig. 138, *C*). Antillen, Mittelamerika, nördliche Anden. In Cultur. — *H. hederifolia* J. Sm. Rhizom liegend, Spreite kleiner als vorige, Segmente ganzrandig, sonst ähnlich. Mexiko. — *H. elegans* Davenp., größer als vorige. B. kahl, Segmente ganzrandig. Mexiko. — *H. pinnatifida* Bak. B. lederig, gelblich-behaart. Endsegment gekerbt, groß, Seitensegmente jederseits 2, abstehend, stumpf. Guatemala bis Costarica. — **C.** B. gefiedert: *H. pinnata* J. Sm. B. mit 0,15—0,25 m langem Stiele und 0,1—0,15 m langer, krautiger, gelblich behaarter Spreite. Endstück fiederspaltig, Seitenfiedern 2—3 jederseits, die untersten groß und oft gegabelt. Jamaica. Nach Christ auch in Costarica.

62. **Neurogramme** Link pt. (incl. *Bommeria* Fourn., *Hemionitis* sp. autt., *Gymnogrammis* sp. Hk. Bk.). Sori fast die gesamte Länge der Adern einnehmend, doch das Ende meist frei lassend, ohne Paraphysen. — B. einfach-, seltener doppelt-gefiedert, mit länglichen, ovalen oder herzförmigen Fiedern und ± dichtem Indument. Seitenadern II. meist gegabelt, zur Seitenader I. fiederig (seltener fächerig) gestellt, mitunter anastomosierend (Fig. 139).

Gegen 20 Arten, vorwiegend in den trockneren, warmen Erdgebieten von sehr zerstreuter Verbreitung. Die Gattung bedarf namentlich hinsichtlich ihrer Beziehungen zu *Notochlaena* näheren Studiums.

Litteratur: Fournier in Bull. Soc. Bot. France XXVII (1880), 326—329.

Aa. B. lanzettlich, länglich oder länglichdreieckig. Unterste Fiedern basiskop nicht wesentlich gefördert.

Aa. Indument aus lanzettlichen, gewimperten Schüppchen (Fig. 139, *A*) bestehend. B. einfach-gefiedert: *N. Muelleri* (Hook.) Diels. Rhizom kurz kriechend. B. mit 2—5 cm langem Stiele. Spreite 0,15—0,3 cm lang. Fiedern eiförmig, stumpf, ganzrandig, selten dreilappig oder dreiteilig, oberseits zerstreut, unterseits dicht beschuppt. Sori fast von dem Indument verdeckt (Fig. 139, *A*). Queensland. — *N. Reynoldsii* (F. v. M.) Diels, unterscheidet sich durch kleinere Statur, dichtere Behaarung, kürzere Sori. Am M. Olgar in Centralaustralien. — Der Beschreibung nach schließt sich hier auch *N. Delavayi* Bak. an, die im Habitus der vorigen ähnelt. B. mit 0,07—0,1 m langem Stiele und eben so langer Spreite, die oberseits fast kahl und grün, unterseits braun beschuppt ist. China. Vielleicht besser zu **Abα I.**

Ab. Indument aus Deckhaaren bestehend, welche nicht Wachs abscheiden. — **Abα.** B. einfach gefiedert. — **AbαI.** Haare anliegend, einen seidigen Überzug bildend: *N. vestita* (Wall.) Diels. B. mit 0,07—0,15 m langem Stiele. Spreite eben so lang, bis 4 cm breit. Fiedern 7—15 jederseits, eiförmig, kurz gestielt, ganzrandig oder akroskop geöhrt. Spindel und beide Seiten, besonders die untere, samtartig behaart. Nordwesthimalaya von Chumba bis Nepal zwischen 1800 und 2700 m an Felsen. Eine oberseits mehr kahle Form in den Gebirgen der östlichen Mongolei bis nach Peking hin. — **AbαII.** Haare abstehend: *N. rufa* (Desv.) Link. B. mit 0,1—0,3 m langem Stiele und 0,15—0,5 m langer Spreite. Fiedern kurz gestielt, ganz-

randig (Fig. 139, *B*). Trockenere Orte der nördlichen Neotropen von Cuba bis Brasilien, Minas Geraes. In Cultur. — **Abβ.** B. wenigstens am Grunde stets doppelt-gefiedert. — **AbβI.** Nur die untersten Fiedern I. wiederum gefiedert: *N. tomentosa* (Desv.) Link. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele und gleich langer Spreite. Peru bis Brasilien. In Cultur. — **AbβII.** Fast alle Fiedern I. wiederum gefiedert. — **AbβIII1.** Fiedern II. ganzrandig, schwach gezähnt bis gelappt: *N. ferruginea* Kze. B. länglich-eiförmig, an 0,15—0,3 m langem Stiele. Spreite 0,3 m

Fig. 139. *Neurogramme* Link pt.: *A N. Muelleri* (Hook.) Diels: Teil einer Fieder mit Aderung und Soris; *B N. rufa* (Desv.) Link: Blatt; *C N. calomelanos* (Kaulf.) Diels: Blatt; *D N. pedata* (Kaulf.) Diels: Blatt; *E N. triangularis* (Kaulf.) Diels: Blatt. (*A* nach Hooker; sonst Original.)

lang oder mehr, bis 0,1 m breit, unterseits dicht filzig. Nördliche Anden von Panama bis Peru. — **AbβII2.** Fiedern II. tief fiederspaltig, mit gelappten Segmenten III.: *N. xerophila* (Bak.) Diels. B. groß, dreieckig, Oberseite kahl, unten filzig behaart. Ränder der letzten Segmente leicht zurückgerollt. Columbien, in freien, felsigen Lagen bei 2400 m.

Ac. Indument unterseits aus Wachs ausscheidenden Drüsenhaaren bestehend. — **Acα.** Fiedern II. ganzrandig: *N. tartareum* (Desv.) Diels. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele. Spreite 0,3—0,6 m lang, 0,15—0,3 m breit, lederig, weiß oder gelb bestäubt. In mehreren Formen durch das tropische Amerika. Eine sehr ähnliche Form in Südostafrika. — **Acβ.** Untere Fiedern II. wiederum fiederspaltig mit ganzen oder gelappten Segmenten: *N. calomelanos* (Kaulf.) Diels, in den Dimensionen voriger ähnlich, wahrscheinlich durch Übergänge mit ihr verbunden, aber in typischer Ausbildung an der fortgeschritteneren Blattzerteilung leicht erkennbar (Fig. 139, *C*). An trockneren Orten sehr verbreitet im neotropischen Reiche, im tropischen Westafrika auf den Inseln, ferner von Samoa bekannt. Der schon an spontanen Varietäten überreiche Farn hat noch erheblich an Polymorphie gewonnen, seit er als Zierpflanze der Warmhäuser in ausgedehntem Maße in Cultur genommen ist.

B. B. breit-dreieckig: Unterste Fiedern basiskop sehr stark gefördert (Fig. 139, *D*, *E*). — **Ba.** Indument aus Deckhaaren bestehend, welche nicht Wachs ausscheiden (*Bommeria*

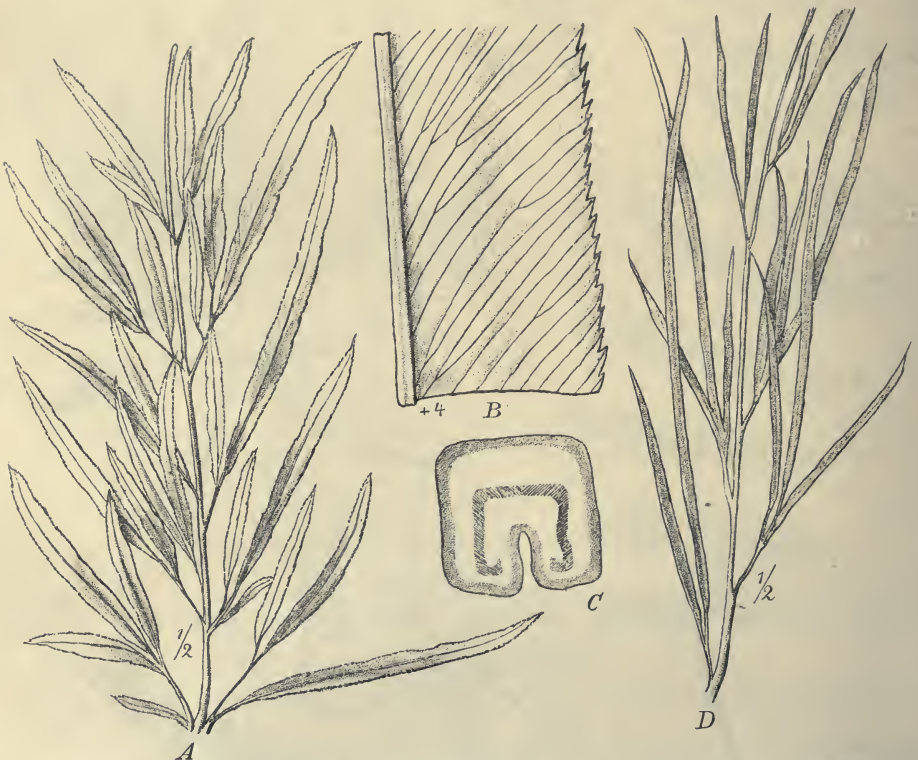


Fig. 140. *Trismeria trifoliata* (L.) Fée: *A* Teil des sterilen Blattes; *B* Teil der Hälfte einer sterilen Fieder mit Aderung; *C* Querschnitt durch den Blattstiel; *D* Teil des fertilen Blattes. (*C* nach Fée; sonst Original.)

Fourn. pt.). Centrum der Verbreitung im mexikanischen Hochland: *N. pedata* (Kaulf.) Diels. Rhizom kriechend, beschuppt. B. mit 0,2 m langem, glattem Stiele. Spreite 0,1 m im Durchmesser, am Grunde herzförmig. Segmente am Grunde keilig, nach oben fiederspaltig mit ganzrandigem Lappen. Textur krautig. Beide Flächen behaart, besonders an den Adern (Fig. 139, *D*). Mexiko und Guatemala. — *N. hispida* (Mett.) Diels, weit xeromorpher als vorige: kleiner, B. den Bauplan mit *N. pedata* teilend, aber mit flügelartigem Lappen an der Spindel, die Textur dicker, Behaarung viel stärker, Sori klein, unter dem Filze verdeckt. Trockene felsige Plätze von Arizona und Neumexiko bis ins nördliche Mexiko. — **Bb.** Indument aus Wachs ausscheidenden Drüsenhaaren bestehend. — *N. triangularis* (Kaulf.) Diels. »California Gold-Farn«. Rhizom kurz. B. gebüschelt, mit 0,1—0,3 m langem, schwarzem, glattem Stiele. Spreite 0,1 m lang und am Grunde eben so breit, etwas lederig, unterseits gelb, seltener weiß bestäubt. An der Spitze ein fiederspaltiges Endstück, dann 3—4 gegenständige Paare, das unterste bei weitem am größten und wiederum gefiedert. Segmente stumpf,

stumpf-lappig. Sori länglich, zusammenfließend (Fig. 139, *E*). Felsige Plätze der pacifischen Cordillere von Oregon bis Californien häufig, ferner von Ecuador angegeben.

63. **Trismeria** Fée (*Gymnogrammis* sp. autt., Hk. Bk.). Sori fast die ganze Länge der Adern einnehmend. Sporangien sehr groß, fast sitzend. Sporen kugelig, tetraëdrisch, groß. — Rhizom aufrecht. B. gebüschelt, dimorph. Blattstiel rotbraun-poliert, von 1 schienenförmigen Leitbündel durchzogen. Spreite einfach gefiedert, mit meist dreiteiligen Fiedern. Segmente ungeteilt. Adern gegabelt, frei. Fertile Fiedern stark zusammengezogen, ganzrandig, unterseits dicht mit Wachshaaren besetzt (Fig. 140).

Gattung von ganz eigentümlichem Habitus, der von Fée mit Recht zu generischer Abtrennung benutzt wurde; am nächsten wohl mit *Coniogramme* verwandt. 1—2 Arten, in den Neotropen.

T. trifoliata (L.) Fée (»*Lingua cervina triphylla*« Plum.). Rhizom kurz, aufrecht. B. gebüschelt, mit 0,2—0,3 m langem, unten beschupptem Stiele. Spreite 0,6—1 m lang, 0,15—0,2 m breit, Fiedern 0,05—0,1 m lang, etwa $^3/_4$ cm breit, ganzrandig oder gezähnelt, die sterilen ± kahl, die fertilen unterseits mit mehligem, weißem oder gelbem Wachsüberzuge (Fig. 140). Häufiger Farn der Neotropen von Cuba und Mexiko bis ins nördliche Argentinien, an feuchten Stellen, auf Flusskies und dgl. — *T. longipes* (Bak.) aus Paraguay, die zwischen voriger und *Neurogramme calomelanos* in der Mitte stehen soll, ist mir unbekannt. Ihre Stellung bedarf näherer Untersuchung.

Fig. 141. *Microstaphyla furcata* (L.) Presl: *A* Habitus; *B* Teil eines fertilen B.; auf der oberen der beiden Fiedern die Sporangien meist entfernt, um die Aderung zu zeigen. (*A* Original; *B* nach Fée.)

64. **Microstaphyla** Presl (*Acrostichi* sp. autt. et Hk. Bk.). Sori fast die gesamte Länge der Adern einnehmend, zuletzt die ganze Blattunterseite deckend (Fig. 141, *B*). Sporen oval. — Rhizom aufsteigend. B. gebüschelt, etwas dimorph. Ihr Stiel gegliedert dem Rhizome angefügt. Spreite einfach-gefiedert. Sterile Fiedern lanzettlich, gabelig-gespalten; fertile kürzer und weniger tief eingeschnitten. Textur etwas fleischig. Adern frei, einfach oder gegabelt (Fig. 141).

Die Stellung dieser Gattung ist seit alters strittig. Meist wurde sie den Acrosticheen der Autoren eingefügt, mit deren Angehörigen sie jedoch nur wenig Gemeinsames besitzt. Über den Entstehungsort der Sori lauten die Angaben widersprechend; zur definitiven Klärung wären nochmals jüngere Zustände zu untersuchen.

1 Art auf St. Helena.

M. furcata (L.) Presl. B. mit 0,05—0,1 m langem Stiele und 0,1 m langer, etwa $2^1/_2$ cm breiter Spreite (Fig. 141). St. Helena.

VI. 2. Pterideae-Cheilanthinae.

Sori den Vorderteil der Adern einnehmend, von dort zuweilen zusammenfließend oder sich rückwärts ausbreitend. Blattstiel oft schwarz poliert.

Die Grenzen gegen die *Gymnogrammineae* bedürfen noch eingehenden Studiums.

65. **Pellaea** Link (incl. *Choristosoria* Kuhn, *Cincinalis* Desv., *Crypteris* Nutt., *Holcochlaena* Bak., *Platyloma* J. Sm., *Pellaeopsis* J. Sm., *Pteridella* Kuhn, *Synochlamys* Fée — *Pellaeae*, *Notochlaenae*, *Cheilanthis* sp. Hk. Bk.). Sori nahe dem Rande, terminal am kaum verdickten Ende der Adern (Fig. 142, *B*). Deckrand meist zusammenhängend, meist ununterbrochen. Sporen kugelig-tetraëdrisch. — B. zwei- bis mehrzeilig. Fiedern am Grunde zusammengezogen, gegliedert-gestielt, mit fiederiger, metadromer freier Aderung, fast gleichseitig entwickelt. Spreite meist kahl, oft lederig.

In dem hier gewählten Umfange zählt die Gattung etwa 40 Arten, deren Verbreitung Afrika, das nördliche andine Amerika, das malesisch- melanesische Gebiet umfasst.

Litteratur: Prantl in Engler's Botan. Jahrb. III (1882) 416ff.

Die Umgrenzung der Gattung steht keineswegs fest; vielleicht würden die im Anschluss an Prantl hier belassenen Sectionen besser zu selbständigen Gattungen erhoben. Vorläufig schließt sich nachstehende Übersicht an Prantl's Darstellung an.

Sect. I. *Platyloma* J. Sm. (als Gatt.) Sori terminal, länglich, frei. B. zweizeilig. Adern stets frei, ihre Endigungen innen im Mesophyll. Rhizomschuppen ganzrandig. Leitbündel des Blattstieles triarch, die mediane Protohadromgruppe oberseits gelegen. Malesisch-melanesische Gruppe.

A. Fiedern rundlich: *P. rotundifolia* (Forst.) Hook. Rhizom kriechend. B. mit 0,15—0,3 m langem, beschupptem Stiele und eben so langer, linealer, einfach gefiederter, lederiger, kahler Spreite. Spindel filzig und schuppig. Fiedern ganzrandig, stumpf, länglich. Norfolk, Neuseeland. — **B.** Fiedern länglich-lanzettlich: *P. falcata* (R.Br.) Fée. Rhizom weithin kriechend. B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,15—0,4 m langer, einfach-gefiederter Spreite. Fiedern oft etwas sichelig (Fig. 142, *A*, *B*). Südindien, Ceylon, Malesien, Ostaustralien, Neuseeland. — *P. paradoxa* (R.Br.) Hook., voriger ähnlich, jedoch die Zahl der Fiedern I. erheblich geringer. Ostaustralien.

Sect. II. *Eupellaea* Prantl (*Pellaea* Link em.) Sori terminal, länglich, frei. B. vielzeilig oder dorsal. Adern stets frei, ihre Endigungen innen im Mesophyll. Rhizomschuppen wenigstens vorn gezähnt. Leitbündel des Blattstieles selten diarch, meist tri- oder tetrarch. — Vorwiegend mexikanisch-andine Gruppe.

A. B. vielzeilig. Blattstiel dunkel-rotbraun gefärbt.

Aa. B. einfach gefiedert. — **Aaα.** Deckrand schmal, nicht gefranst: *P. Bridgesii* Hook. B. mit 0,1 m langem Stiele und 0,1—0,15 m langer, linealer, lederiger, blaugrüner Spreite. Fiedern 6—8 jederseits, sitzend, ganzrandig, am Grunde stumpf oder herzförmig. Exponierte Felsen im pacifischen Nordamerika. — **Aaβ.** Deckrand breit, bis zur Mittelrippe übergreifend, gefranst: *P. ambigua* (Fée) Bak. (*Synochlamys* Fée). B. mit 0,15—0,2 m langem Stiele und 0,1—0,15 m langer, lederiger, kahler Spreite. Deckrand stark modificiert. Anden Columbiens bei 3400 m.

Ab. B. am Grunde 2—3fach-gefiedert.

Abα. Fertile Abschnitte nicht stachelspitzig. 2 Arten in Nordamerika, einander sehr nahestehend und auf ihre Beziehungen noch zu prüfen: *P. atropurpurea* (L.) Link. B. mit 0,07—0,1 m langem Stiele und 0,1—0,3 m langer, 0,05—0,15 m breiter, etwas lederiger kahler Spreite. Spindel wie der Stiel filzig. Fiedern I. herzförmig (Fig. 142, *C*). Trockene Felsen Nordamerikas vom subarktischen Gebiete (64°) bis in die Gebirge Mexikos und die nördlichen Anden. Kalkliebend. — *P. glabella* Mett. et Kuhn, von voriger durch sehr geringe Bekleidung von Stiel und Rachis, durch breitere Spreuschuppen, keilförmige Fiedern I., resp. II. verschieden, aber wie es scheint, das gleiche Areal bewohnend und wohl nur Varietät. — **Abβ.** Fertile Abschnitte stachelspitzig. 3 Arten des trockenen pacifischen Nordamerikas von charakteristisch xeromorphem Habitus. — *P. ternifolia* (Cav.) Link. B. gebüschelt, mit 0,05—0,1 m langem Stiele und 0,15—0,3 m langer, lineal-lanzettlicher, kahler, blaugrüner lederiger Spreite. Fiedern I. dreiteilig. Im andinen Gebiet von Mexiko (Texas?) bis Argentinien, sowie in höheren Lagen der Sandwichinseln — *P. Wrightiana* Hook. B. unterseits drüsig. Fiedern I. mit 2—5 Fiedern II. jederseits, diese meist mit flachem Rande. Colorado, Arizona bis Westtexas. — *P. ornithopus* Hook. Habitus der vorigen, aber Fiedern II. oft wiederum 3—5teilig. Segmente III. oft mit ungerolltem Rande (Fig. 142, *D*) von starrer dicklicher Textur. An sehr trockenen Stellen und Felsen in Californien. Eines von den habituell merkwürdigsten Farnkräutern.

B. B. dorsal. Blattstiel gelbbräunlich.

Ba. B. doppelt- (selten am Grunde 3-fach) gefiedert. Blättchen ziemlich groß: *P. sagittata* (Cav.) Link. B. mit 0,15—0,25 m langem, glattem Stiele und mindestens 0,3 m

langer, 0,1—0,15 m breiter, lanzettlich-dreieckiger, lederiger Spreite. Fiedern II. oblong bis eiförmig, am Grunde rund oder herzförmig. Mexiko. Ist durch verschiedene Übergänge verbunden mit *P. cordata* (Cav.) J. Sm. und die durch zickzackförmige Spindel habituell sehr auffallende *P. flexuosa* (Kaulf.) Link. Anden von Neumexiko bis Peru, nach Christ auch auf Haiti.

Bb. B. 3—4fach-gefiedert. Letzte Fiedern ziemlich klein.

P. andromedifolia (Kaulf.) Fée. B. mit 0,15—0,25 m langem Stiele und 0,15—0,3 m langer, lederig-starrer, kahler Spreite. Besonders in der Küstencordillere Californiens, doch landeinwärts bis Arizona. — *P. myrtillifolium* Mett. et Kuhn, ist nur durch geringfügige Unterschiede (vgl. Prantl l. c. 421) davon unterschieden. Chile.

Sect. III. *Cincinalis* Desv. (als Gatt.). Sori unterhalb der Spitze, länglich, frei. B. vielzeilig. Adern stets frei, ihre Endigungen innen im Mesophyll. Rhizomschuppen ganzrandig. Leitbündel des Blattstieles diarch oder häufiger triarch. Häufig Wachsdrüsen. Xerophile Gruppe Nordamerikas und der Anden.

A. Spindel gerade.

P. pulchella Fée. B. dicht gebüschelt, mit 5—7 cm langem Stiele, 1—1,5 m langer, länglicher, 3-fach gefiederter Spreite. Anden von Neumexiko und Westtexas bis Peru. — *P. nivea* (Lam.) Prantl. (*Notochlaena nivea* Desv., Hk.Bk.). B. dicht gebüschelt, mit 0,1—0,15 m langem Stiele und eben so langer, 3—5 cm breiter Spreite versehen. Fiedern entfernt. Fiedern II. meist 3-lappig oder wiederum 3-fiederig mit rundlichen Segmenten III. Unterseite meist mit weißem oder gelbem Wachsbelage, seltener kahl (so *P. tenera* (Gill.) Prantl, *Notochlaena t.* Hk.Bk.) (Fig. 142, *E*). Etwas starrer, aber außerordentlich zierlicher, kalkliebender Felsenfarn Amerikas, in vielen Formen von der mittleren Union bis Juan Fernandez, Chile und Argentinien (vgl. Hieronymus in Engler's Jahrb. XXII, 389ff.).

B. Spindel zickzackförmig hin und her gebogen: *P. Fendleri* (Kze.) Prantl (*Notochlaena F.* Kze., Hk.Bk.), voriger sehr nahe, mit noch kleineren Fiedern und von sparrigerem Aussehen. In den Trockengebieten des pacifischen Nordamerika: Colorado, Neumexiko, Arizona.

Sect. IV. *Pteridella* Kuhn pt. Sori längs des Randes anastomosierend. Paraphysen dreizellig, zuweilen fehlend. B. vielzeilig. Adern frei oder anastomosierend, ihre Endigungen innen im Mesophyll. Rhizomschuppen gezähnt. Leitbündel des Blattstieles diarch oder triarch und dann das mediane Protohadrom unterseits gelegen. — Indo-afrikanische Gruppe von erheblichem Formenreichtum.

A. Leitbündel des Blattstieles diarch. — **Aa.** Adern frei. Paraphysen vorhanden: *P. Doniana* Hook. Habitus von *P. paradoxa* Hook. B. mit 0,1—0,2 m langem Stiele und 0,15—0,3 m langer, meist einfach gefiederter, lederiger, kahler Spreite. Fiedern 6—15 jederseits. Tropisches Afrika. Seychellen. — **Ab.** Adern Maschen bildend (Fig. 142, *F*). Paraphysen fehlend (Sect. *Holcochlaena* Bak., *Pellaeopsis* J. Sm. als Gatt.): *P. dura* (Willd.) Cordemoy (*P. Burkeana* Bak.). B. gebüschelt, mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,07—0,1 m langer, lederiger, kahler Spreite. Obere Fiedern ungeteilt, ganzrandig, nur die untersten etwas zusammengesetzt. Südostafrika, Comoren, Mascarenen. — Verwandt damit ist *P. Schweinfurthii* Hieron. B. ± behaart. Sonnige Felsen des tropischen Central- und Ostafrikas — *P. Holstii* Hieron. Fiedern jederseits nur 5—10, die unteren dreiteilig (Fig. 142, *F*). Bergschluchten des tropischen Ostafrikas. — *P. articulata* (Kaulf.) Diels (*P. angulosa* Bak.) größer als vorige, die unteren Fiedern wiederum gefiedert. Madagascar, Mascarenen.

B. Leitbündel des Blattstieles triarch. — **Ba.** Paraphysen vorhanden: *P. pectiniformis* (God.) Bak. Rhizom kurz kriechend. B. mit etwa 0,1 m langem Stiele und lanzettlicher, 0,15—0,3 m langer Spreite. Fiedern schmal zungenförmig, starr, kahl. Afrika in Angola, Südosten bis Natal, Comoren, Mascarenen. — *P. hastata* (Thunb.) Prantl non Link (*Pellaea calomelanos* (Sw.) Link). B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,1—0,2 m langer, dreieckiger, doppelt- bis 3-fach-gefiederter, blaugrüner, lederiger Spreite. Spindeln starr. Fiedern II., resp. III. klein, dreieckig oder breit herzförmig. Felsenfarn. Nordwestlicher Himalaya, Abessinien, südliches Afrika. — **Bb.** Paraphysen fehlend: *P. adiantoides* (Desv.) Prantl (*P. Boivini* Hook.). B. mit 0,1—0,2 m langem Stengel und dreieckiger, 0,1—0,3 m langer, 2—3fach-gefiederter, kahler, lederiger Spreite. Habituell an *P. viridis* erinnernd. Bergland Südindiens, Ceylon, madagassische Region, Ostafrika von Usambara bis Transvaal, in nahestehenden Formen auch in Südwestafrika aufgefunden.

Sect. V. *Pteridellastrum* Prantl. Sori terminal, rund oder längs des Randes anastomosierend. Paraphysen 2- oder 3-zellig, zuweilen fehlend. B. mehrzeilig, seltener dorsal zweizeilig; die letzten Segmente zusammenstossend. Adern frei, ihre Endigungen

meist der Epidermis anliegend, seltener im Inneren des Mesophylls. Rhizomschuppen ganzrandig oder gezähnt. Leitbündel des Blattstieles tri- oder tetrarch. Afrikanische Gruppe, 1 Art in Brasilien.

A. Adern deutlich hervortretend. B. krautig, mehrzeilig. — **Aa.** Paraphysen fehlend. — **Aaα.** Rand der fertilen Fiedern ganz, Rhizomschuppen ganzrandig: *P. auriculata* (Thunb.) Hook. B. mit 6—7,5 cm langem, schlaffem Stiele und 0,1—0,25 m langer, bis 3 cm breiter, dünnkrautiger Spreite, die während der Trockenzeit abstirbt. Westliches Capland. — **Aaβ.** Rand der fertilen Fiedern gelappt, der Deckrand daher unter-

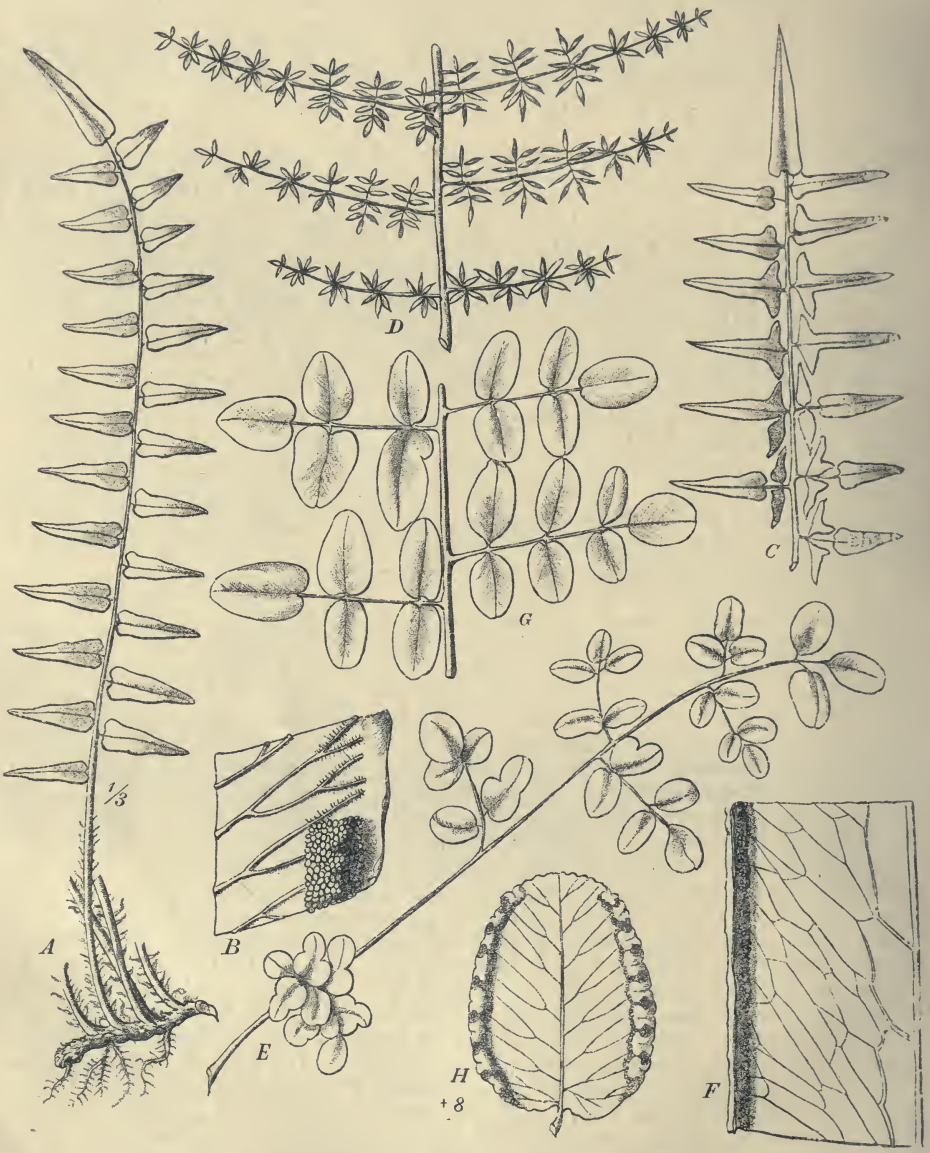


Fig. 142. *Pellaea* Link: *A*, *B P. falcata* (R. Br.) Fée: *A* Habitus; *B* Teil einer Fieder I. mit Aderung und Soris; *C P. atropurpurea* (L.) Link: Teil des Blattes; *D P. ornithopus* Hook.: Teil des Blattes; *E P. nivea* (Lam.) Prantl: Teil des Blattes; *F P. Holstii* Hieron.: Teil der Hälfte einer Fieder mit Aderung und Soris; *G*, *H P. pteroides* (Thunb.) Prantl: *G* Teil des Blattes; *H* Fieder II. mit Aderung und Soris. (*B* nach Hooker; alles übrige Original.)

brochen (Fig. 142, *H*). Rhizomschuppen gezähnt: *P. pteroides* (Thunb.) Prantl (*Cheilanthes p.* Sw., Hk.Bk., *Choristosoria* Kuhn). B. mit 0,15—0,3 m langem, kahlem Stengel und 0,3—0,45 m langer, kahler Spreite (Fig. 142, *G, H*). Westdistrict des Caplandes an schattigen Felsen. — **Ab.** Paraphysen vorhanden: *P. viridis* (Forsk.) Prantl (*Pellaea hastata* Link). B. mit 0,15—0,3 m langem, kahlem Stiele und 0,15—0,6 m langer, sehr variabler, kahler Spreite, welche einfach- oder doppelt-gefiedert ist. Capverden, Abessinien, ganz Ostafrika bis zum Capland, wo diese Art zu den gemeinsten Farnen gehört und an mancherlei Standorten wächst. — *P. quadripinnata* (Forsk.) Prantl (*P. consobrina* Hook.). B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele und 0,2—0,4 m langer, dreieckiger, kahler Spreite. Gebirgsfarn Afrikas: Kamerun, Abessinien, Südosten von Transvaal bis Knysna, Mascarenen.

B. Adern fast ganz innen im Mesophyll verlaufend. B. lederig. Paraphysen fehlend: *P. flavescens* Fée (*P. Bongardiana* Bak.). B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele und 0,15—0,3 m langer Spreite. Fiedern 2—3 jederseits, unterste basiskop wiederum gefiedert. Ostbrasilien ziemlich verbreitet.

66. **Doryopteris** J. Sm. emend. (incl. *Cheiloplecton* Fée, *Doryopteridastrum* Fée — *Pellaeae* et *Pteridis* sp. Hk.Bk.). Sori terminal, rund oder zuweilen längs des Randes anastomosierend. Paraphysen 2—4-zellig. Deckrand meist schmal. — Rhizom kurz, seine Schuppen mit starkem Mittelstreifen. B. mehrzeilig, oft dimorph. Stiel schwarz poliert, mit di- oder triarchen Leitbündeln, wobei das mediane Protohadrom oberseits liegt. Spreite länglich, ungeteilt oder bei gerundet-dreieckigem Umriss gefiedert mit nicht gegliedert-gestielten Segmenten. Adern metadrom, frei oder anastomosierend.

Etwa 20 Arten, 1 weit verbreitet in den wärmeren Ländern, die übrigen vorwiegend neotropisch, mehrere auch im südlichen Afrika und im malagassischen Gebiet, 1 in Malesien.

Litteratur. Prantl, in Engler's Botan. Jahrb. III (1882), 416 ff. — Folgende Übersicht nach Prantl l. c.

A. Adern frei (*Dorypteridastrum* Fée): — **Aa.** Paraphysen 2zellig. Rhizomschuppen gezähnt: — **Aaα.** Segmente I. höchstens jederseits 1: *D. subsimplex* Fée (*Pteris triphylla* Bak.) B. ungeteilt, mit 0,02—0,12 m langem Stiele und ebenso langer, 0,05—0,1 m breiter Spreite. Brasilien. — *D. quinquelobata* Fée (*Pteris Glaziovii* Bak. pt.) B. fünflappig, dick. Brasilien. — **Aaβ.** Segmente I. jederseits 2 bis mehr. — **AaβI.** Blattstiel mit Spreuschuppen: *D. Glaziovii* (Bak. s. ampl.) Diels. B. 5teilig, lederig, kahl. Ostbrasilien. — *D. vestita* (Prantl) Diels, stärker spreuschuppig. Brasilien. — **AaβII.** Blattstiel erwachsen kahl. — 1. B. lederig. Blattstiel mit 1 Leitbündel: *D. columbina* (Hook.) Diels (*Pellaea c.* Hook.). Fertile B. länger gestielt und reicher gegliedert als die sterilen. Serra dos Orgaos. — *D. lomariacea* (Kze.) Klotzsch, voriger sehr nahe (Fig. 143, *A, B*). — 2. B. krautig. Blattstiel mit 2 Leitbündeln: *D. acutiloba* (Prantl) Diels. Brasilien. — **Ab.** Paraphysen 3—4 zellig. Rhizomschuppen ganzrandig oder ausgeschweift. — **Abα.** B. ungeteilt oder dreifiederig: *D. phanerophlebia* (Bak. sub *Pteris*) Diels. Centralmadagascar. — **Abβ.** B. 3fach-fiederspaltig: *D. concolor* (Langsd. & Fisch.) Kuhn (*Pteris geraniifolia* Raddi, *Pellaea* g. Fée, Hk.Bk.). B. mit 0,15—0,25 m langem Stiele und 0,05—0,1 m im Durchmesser haltender, dreieckiger, 3fach-fiederspaltiger, krautiger Spreite. Fast in allen Tropen- und mehreren Subtropenländern, doch in Afrika nur in der Südhälfte bekannt und dort an der Ostküste bis Uitenhage vordringend. — In mehreren Gegenden existieren locale Nebenarten; so z. B. im trockenen Südafrika sehr gedrungene, xeromorphe Vertreter (*D. deltoidea* (Bak.) Diels, *D. robusta* (Hook.) Diels u. a.). Ferner *D. pilosa* (Hook.) Diels, ausgezeichnet durch dimorphe und unterseits dicht behaarte B., auf Réunion. In die Nähe stellt Hooker auch seine *Pellaea Tamburii* Hook. aus Ostnepal, deren B. einen bis 0,25 m langen Stiel und eine 0,15 m lange und ebenso breite Spreite besitzen. Ihre Oberfläche ist braun, die Unterseite mit weißem Wachsüberzuge versehen. Die Verwandtschaft der seltenen, wenig bekannten Art bedarf näherer Prüfung.

Von unsicherer Stellung bei **A**: *D. rigida* (Hook.) Diels (*Cheiloplecton* Fée) B. dreieckig, Segmente II. ebenfalls dreieckig. Stiel und Spindel ± spreuschuppig, Deckrand dick, eingerollt, quergefurcht. Mexiko, Guatemala, angeblich auch in Peru.

B. Adern anastomosierend, katadrom (*Pteridis* sp. Hk. Bk.)

Ba. Neotropische Arten. — **Baα.** B. länglich, ganzrandig, höchstens am Grunde eingeschnitten: *D. lonchophora* (Mett.) J. Sm. B. mit 2—4 cm langem Stiele und 2—7 cm langer, linealer, herzförmiger, einfacher oder spießförmiger, lederiger, kahler Spreite. Deckrand gekräuselt. Brasilien. — *D. sagittifolia* (Raddi) J. Sm., größer als vorige. Spreite ganz oder

spießförmig, habituell an *D. phanerophlebia* erinnernd. Venezuela bis Brasilien. In Cultur. *D. cordifolia* (Bak.) Diels. Madagascar. — **Baβ.** B. dreieckig oder abgerundet mit fußförmigem Aufbau. — **BaβI.** Endigungen der Adern meist der Epidermis anliegend: *D. pedata* (L.) J. Sm. B. mit 0,2—0,3 m langem Stiele, breit dreieckig, fußförmig aufgebaut. Centralsegment fiederig-gelappt, Basalsegmente basiskop stark gefördert. Im ganzen neotropischen Reiche, südlich bis Argentinien. Vielfach cultiviert im Warmhause. — *D. Lorentzii* (Hieron.) Diels. B. häutig, kleiner als vorige und etwas an *D. concolor* erinnernd. Nordargentinien.

Fig. 143. *Doryopteris* J. Sm.: *A*, *B* *D. lomariacea* (Kze.) Klotzsch: *A* Habitus (Aderung incorrect!), *B* fertiles Segment; *C* *D. ludens* (Wall.) J. Sm., Habitus. (*A*, *B* nach Baker in Flor. Brasil.; *C* nach Beddome.)

— **BaβII.** Endigungen der Adern meist im Inneren des Mesophylls. — 1. B. fingerförmig-gelappt: *D. alcicornis* (Kze.) Diels. Sterile B. 0,07 cm lang, 0,1 m breit, das Mittelsegment am tiefsten gelappt. Fertile B. mit 7 linealen Lappen. Deckrand breit. Östliches Brasilien. — 2. B. fußförmig-fiederspaltig: *D. collina* (Raddi) J. Sm., kleiner als *D. pedata*. Untere Fiedern am Grunde fiederspaltig mit 3—4 Segmenten II. jederseits. Ostbrasilien. — *D. hederacea* (Presl) J. Sm. Untere Fiedern am Grunde einmal gegabelt. Ostbrasilien.

Bb. Paläotropische Arten: *D. ludens* (Wall.) J. Sm. B. mit 0,07—0,1 m langem Stiele und dreieckiger bis tiefspießförmiger Spreite. Fertile B. länger gestielt und mehr zerteilt

als die sterilen, mit lineal-lanzettlichen Lappen. Textur lederig (Fig. 143, *C*). Vorder- und Hinterindien, Philippinen.

67. **Adiantopsis** Fée pt. (*Cheilanthis* sp. Hk.Bk.). Sori terminal an der Ader, von rundlichen, gesonderten, umgeschlagenen Läppchen des Blattrandes überdacht (Fig. 144, *E*). Sporangien spät angelegt. Sporen klein, wärzlich. — B. mehrzeilig, mit meist kahlem,

Fig. 144. *Adiantopsis* Fée: *A A. pedata* (Hook.) Moore: B. schematisch; *B—E A. radiata* (L.) Fée: *B* B. schematisch, *C* Habitus, *D* Fieder II., *E* Sorus. (*A—C* Original; *D*, *E* nach Baker in Flor. Bras.).

glänzendem, schwarzbraunem, starrem Stiele (mit meist 3 Leitbündeln) und eben solchen Spindeln, ein- bis mehrfach-gefiedert, dünn, kahl. Fiedern letzter Ordnung akroskop stark gefördert. Aderung metadrom, in den letzten Fiedern fiederig (Fig. 144).

Bodenständige Waldfarne der Neotropen, 7 Arten, sofort zu erkennen an dem *Adiantum*-artigen Habitus.

Litteratur: K. Prantl in »Gartenflora« 1883, 99, Taf. 1115.

A. B. einfach-gefiedert: *A. monticola* (Gardn.) Moore. B. sehr kurz gestielt, bis 0,1 m lang, krautig. Brasilien, Serra da Natividade in Goyaz.

B. B. doppelt-gefiedert. — **Ba.** B. normal gefiedert: *A. regularis* (Mett.) Moore. B. mit 0,15—0,25 m langem, behaartem Stiele. Spreite 0,15—0,2 m lang, an der Spindel flaumig. Ostbrasilien, wenig verbreitet. — **Bb.** B. dreiteilig gebaut, das unterste Fiederpaar weit größer als alle oberen und seinerseits wiederum doppelt gefiedert: *A. pedata* (Hook.) Moore. B. mit 0,3—0,4 m langem, kahlem Stiele; Spreite etwa 0,15 m lang (Fig. 144, *A*). Jamaica. — **Bc.** B. radial gefiedert: *A. radiata* (L.) Fée, von den Dimensionen der vorigen, ihr auch sonst ganz ähnlich, aber an der einzig dastehenden Blattverzweigung sofort zu erkennen. Der Vergleich unserer Fig. *A* und *B* zeigt ebenso wie die Ontogenie, dass die strahlig divergierenden Fiedern nicht einander gleichwertig sind, sondern gewissermaßen eine Contraction des fußförmigen Verzweigungssystems von *A. pedata* (Hook.) darstellen (vgl. auch Prantl l. c.). Fiedern I. 6—9, horizontal ausgebreitet (Fig. 144, *B—E*). Häufig und allgemein durch das ganze neotropische Reich bis zum subtropischen Ostargentinien, an Felsen, Abhängen u. a. Wegen ihres sehr graciösen Baues vielfach in Cultur. — *A alata* Prantl durch geflügelten Blattstiel unterschieden. In Guiana und Brasilien.

C. B. drei- bis vierfach-fiederspaltig. — **Ca.** Spindel gerade: *A. chlorophylla* (Sw.) Fée. B. mit 0,3—0,5 m langem Stiele und ebenso langer, 0,1—0,2 m breiter Spreite. Fiedern II. bis zur Rippe in zahlreiche ganzrandige Segmente III. geschnitten. Decklappen über den Soris oft etwas verschmelzend. Im warmen Südamerika von Columbien bis Montevideo, im feuchteren Brasilien häufig. — **Cb.** Spindel zickzackförmig gekrümmt: *A. dichotoma* (Sw.) Moore. B. etwas kleiner als vorige, starrer, feiner zerteilt: Segmente III. nochmals dreiteilig. Mittelbrasilien bis Nordargentinien und Uruguay.

68. **Aspleniopsis** Mett. et Kuhn (*Gymnogrammis* sp. autt., Hk. Bk.). Sori ähnlich *Gymnogramme*, doch auf den Vorderteil der Adern beschränkt, mit Paraphysen. Sporen kugelig-tetraëdrisch. — Rhizom kriechend, borstig behaart, sein Bündelcylinder geschlossen. B. mehrzeilig. Blattstiel dem Rhizome ungegliedert angefügt, von 2 Leitbündeln durchzogen. Spreite gefiedert. Fiedern akroskop stark gefördert, eingeschnitten. Aderung polystichoid (Fig. 145, *A*).

1 Art Melanesiens, von höchst unsicherer Verwandtschaft, habituell mit *Asplenium heterocarpum* Wall. (s. S. 237) auffallend übereinstimmend, wahrscheinlich wohl besser als exindusiate Asplenine zu betrachten.

A. decipiens Mett. Rhizom unterirdisch kriechend. B. mit 0,15—0,25 m langem Stiele, Spreite 0,15—0,2 m lang, 5—7 cm breit. Fiedern zahlreich, tieffiederschnittig, die unteren zuweilen wiederum gefiedert. Sori mit zahlreichen, haarförmigen Paraphysen. Urwälder Melanesiens: Neue Hebriden häufig, Neuirland, Neucaledonien.

69. **Nothochlaena** R. Br. (incl. *Argyrochosma* J. Sm., *Chrysocosma* J. Sm., *Cosentinia* Tod., *Eriochosma* J. Sm., *Lepichosma* J. Sm., *Marsupianthes* Fée). Sori an dem kaum verdickten Ende der Adern, rundlich oder länglich, zuletzt meist verschmelzend, unbedeckt oder von dem zurückgeschlagenen, kaum modificierten Blattrande überdacht (Fig. 145, *D*). Sporen kugelig-tetraëdrisch. — B. meist gebüschelt, meist einfach gefiedert mit ± eingeschnittenen, meist gleichseitigen Fiedern, ± behaart oder beschuppt. Adern frei.

Xerophile Felsenfarne von mannigfachem Habitus, etwa 25—30 Arten der trockneren, wärmeren Länder, namentlich formenreich im westlichen Amerika und südlichen Afrika.

Litteratur. Mettenius, Über einige Farngattungen 5. *Cheilanthes*. — Abhandl. Senckenberg. naturforsch. Gesellsch. Frankfurt a. M. III.

Die Abgrenzung von den Nachbargattungen ist sehr schwierig, namentlich gegen *Cheilanthes* kaum durchführbar. Ebenso bestehen ganz enge Beziehungen zu *Neurogramme*.

A. B. lineal-länglich, einfach-gefiedert. Fiedern gelappt. Centralamerika und Anden.

Aa. B. unterseits beschuppt: *N. sinuata* (Sw.) Kaulf. B. an etwa 0,1 m langem, festem Stiele, Spreite 0,2—0,5 m lang, etwa 4 cm breit, lederig, oberseits zerstreut-, unterseits dichtfilzig von länglichen Schuppen (Fig. 145 *B*). Cordilleren von Arizona südlich über die Anden bis Chile und Nordargentinien, auf trockenen Böden des Gebirges. — **Ab.** B. unterseits filzhaarig: *N. ferruginea* (Willd.) Hook. Fiedern tiefer gelappt als bei voriger. Überzug weiß- oder rötlich-wollig. Verbreitung außer dem Areal der vorigen auch einige Inseln Westindiens umfassend. — **Ac.** B. unterseits behaart und mit Wachsüberzug: *N. trichomanoides*

(L.) Br. Kleiner als vorige, sonst sehr ähnlich. Mittelamerika auf dem Festland und den Inseln.

B. B. im Umriss länglich-elliptisch oder oval, einfach- bis doppeltgefiedert. Fiedern I. bis zur Spindel eingeschnitten.

Ba. Unterste Segmente der Fiedern I. so lang oder kürzer als die folgenden. Fiedern I. daher oval oder länglich. — **Baα.** Fiedern I. mit nur 2—3 Segmenten jederseits.

Fig. 145. *A Asplenіopsis decipiens* Mett.: Teil des Blattes mit Aderung und Soris. — *B—E Nothochlaena* R. Br.: *B N. sinuata* (Sw.) Kaulf.: Habitus; *C, D N. Marantae* (L.) R. Br.: *C* Blatt, *D* zwei Fiedern, am unteren die Spreuschuppen entfernt, um Aderung und Sori zu zeigen; *E N. inaequalis* Kze.: Blattspreite. (*C, D* nach Luerssen; *B* nach Bot. Mag.; *A, E* Original.)

B. schmallineal-länglich im Umriss: *N. Rawsoni* Pappe. Rhizom kriechend. B. mit 0,1 m langem Stiele, 0,1—0,3 m lang, nur 1—1 1/2 cm breit, lederig, unten rostbraun filzig. Blattrand nicht umgeschlagen. Südwestafrika im Namaland. — **Baβ.** Wenigstens die unteren Fiedern I. mit mindestens 5 Segmenten jederseits. — **1.** B. unterseits bewachst: *N. affinis* Hook., an **Aaγ** erinnernd, etwas variabel. Centralamerika. — **2.** B. unterseits behaart. — * B. fast sitzend: *N. lanuginosa* (Desf.) Desv. Rhizom aufsteigend. B. oval, beiderseits verschmälert, 0,15—0,25 m lang, etwa 5 cm breit, beiderseits in weichen Wollfilz gehüllt. Segmente der Fiedern I. ganz oder dreilappig. Fertile B. mit schwach zurückgeschlagenem Rande. Felsgegenden Makaronesiens und des gesamten südlichen Mediterrangebietes bis zum Nordwesthimalaya. — ** B. ± lang gestielt: *N. vellea* R. Br. vom Habitus der vorigen und nach Bentham nicht immer sicher davon zu scheiden, zerstreut durch fast ganz Australien. — *N. mollis* Kze., von starrem Habitus, die Fiedern oft einwärts zusammengekrümmt, auf den Vulkanen Guatemalas und wieder in Chile. — *N. hypoleuca* Kze., ähnlich dicht behaart, doch kleiner und zarter, ebenfalls in Chile heimisch. — *N. Aschenborniana* Klotzsch von allen vorigen durch zahlreichere, regelmäßiger gestellte Segmente II. unterschieden, Centralamerika in Texas und Mexiko.

Bb. Unterste Segmente der Fiedern I. länger als die folgenden. Fiedern I. daher ± dreieckig. — **Bbα.** Untere Fiedern I. nicht entfernt. — **I.** B. unterseits weiß behaart: *N. Parryi* Eat., von der Tracht der *Cheilanthes lanuginosa* Nutt., Felsen im trockenen südöstlichen pacifischen Nordamerika. — **II.** B. unterseits dicht beschuppt: *N. Marantae* (L.) R. Br. B. dicht zweizeilig, mit 0,1—0,25 m langem Stiele und 0,2—0,5 m langer Spreite. Fiedern I. bis 20 jederseits, Segmente II. stumpf, die untersten geöhrt, etwa 3 mm breit. Sorus oft die ganze Ader einnehmend (Fig. 145, *C, D*). Makaronesien, gesamtes Mediterrangebiet und von da ausstrahlend bis Südwestfrankreich, Südalpen und das östliche Stromgebiet der Donau, Abessinien, Orient bis zum nordwestlichen Himalaya. — *N. squamosa* (Gill.) Fée. B. mit 0,02 bis 0,1 m langem Stiele, 0,1 m lang, 2—4 cm breit mit stumpfen Fiedern I. und II., dick, unterseits mit großen gewimperten Schuppen besetzt. Centralamerika, Anden bis Argentinien. — **Baβ.** Untere Fiedern I. weit entfernt: *N. hirsuta* Desv. 3. mit 0,1—0,15 m langem Stiele. Spreite 0,15—0,20 m lang, drei- bis vierfach fiederspaltig, krautig, besonders unterseits drüsig und zottig behaart. Ostrand Malesiens von Hongkong bis Polynesien. — *N. distans* R. Br., von voriger durch das aus lang-linealen Schuppen bestehende Indument leicht zu unterscheiden. Rand der Segmente meist umgeschlagen. Felsenpflanze auf Celebes, den Philippinen, Neucaledonien, Australien, dem nördlichen Neuseeland.

C. B. breiter dreieckig. Unterste Fiedern I. am längsten, basiskop gefördert (Fig. 145, *E*). — **Ca.** B. unterseits beschuppt: *N. Eckloniana* Kze. B. mit 0,07—0,15 m langem Stiele. Spreite 0,15—0,3 m lang, etwa 0,1 m breit. Steht **Abα** ziemlich nahe. Afrika von Angola südlich. — **Cb.** B. beiderseits behaart: *N. inaequalis* Kze. B. mit 0,07—0,15 m langem Stiele und ebenso langer, 0,05—0,07 m breiter Spreite, die beiderseits dicht braunhaarig ist (Fig. 145, *E*). Afrika von Angola zur Südostküste an trockenen Felsen. *N. Buchanani* Bak. ist zarter und bedeutend kleiner. Natal. — *N. chinensis* Bak. B. oben zerstreut-, unten dickfilzig behaart. Centralchina. — *N. eriophora* Fée. B. oberseits rauhhaarig, unterseits dicht von weißem Wollfilz gedeckt, in Dimensionen und Habitus den vorigen ähnlich. Centralbrasilien. — **Cc.** *Chrysochosma* J. Sm. B. unterseits mit Wachsausscheidung belegt: *N. sulphurea* (Cav.) J. Sm. (*N. candida* Hook., Eat.) Rhizom kriechend. B. mit glatten, schwarzen, 0,1—0,2 m langen Stielen und 0,05—0,1 m im Durchmesser haltender Spreite von etwas variabeler Teilung, stets basiskop stark gefördert, oberseits ± kahl, unten gelb oder weiß von Wachsbelag. Trocknere Teile der Gebirge und Hochflächen von Kalifornien und Texas durch Mexiko längs der Anden bis Chile. Galapagosinseln. Eine Reihe verwandter Formen in Nordmexiko und der Südwestunion (*N. Hookeri* Eat. u. a.).

Nutzen: Viele Arten sind hübsche Zierpflanzen, doch von schwieriger Cultur.

70. **Cheilanthes** Sw. (incl. *Aleuritopteris* Fée, J. Sm., *Cheilosoria* Trev., *Gymnia* Hamilt. n. n., *Myriopteris* Fée, *Oeosporangium* Vis., *Othonoloma* Link, *Physapteris* Presl). Sori terminal an dem verdickten Ende der Adern, rundlich, zuweilen von dort sich länglich herabziehend, zuletzt meist verschmelzend, stets überdacht von dem ganz oder teilweise umgeschlagenen ± modificierten, zuletzt oft zurückgeschlagenen Deckrande. Sporen kugelig-tetraëdrisch (Fig. 146, *B*). — Rhizom meist kurz, aufsteigend oder kriechend, mit Spreuschuppen. B. meist gebüschelt, mit ungegliedertem Stiele, einfach- oder (häufiger) mehrfach-gefiedert, ± behaart. Adern frei.

Etwa 30—40 Arten in den meisten wärmeren Erdgebieten, namentlich die trockenen bevorzugend, daher relativ zahlreich im westlichen Amerika, im Mittelmeergebiete und Afrika; dagegen in Australien wenig entwickelt.

Tochtergattung von *Nothochlaena*, eine Fülle von schwierig abzugrenzenden Formen enthaltend, deren Beziehungen einer gründlichen Neubearbeitung bedürfen.

Litteratur: Mettenius: Über einige Farngattungen: V. *Cheilanthes*. Abhandl. Senckenberg. naturf. Gesellsch. zu Frankfurt a. M. III. 1—45.

Die Schwierigkeit einer durchgreifenden Scheidung von den Nachbargattungen drückt Presl treffend in dem Satze aus: »Sori demum confluentes vel subcontinui, aut *Pteridi* aut *Allosoro* subsimiles. In quibusdam *Cheilanthis* speciebus indusium tam angustum observatum, ut nonnunquam vix adesse videatur; tales species, si sori confluxi marginem frondis undique occupant, *Notholenae* simulant«.

Folgende Übersicht, wenig natürlich, benutzt äußerliche Merkmale:

Sect. I. *Eucheilanthes* Hook. Deckrand meist unterbrochen. Letzte Segmente nicht rund und convex.

A. B. länglich, beiderseits verschmälert. — **Aa.** B. gestielt. — **Aaα.** B. unterseits nicht mit Wachsbelag: *Ch. pruinata* Kaulf. (*Ch. Matthewsii* Kze.) Rhizomhaare dunkelbraun, steif, borstiglineal. B. mit kurzem Stiele, 0,1—0,2 m lang, meist doppelt-fiederspaltig, oft eingerollt, lederig, behaart. Anden von Peru bis Argentinien an Felsen der höheren Regionen. — *Ch. micropteris* Sw. Rhizomhaare hellbraun, schlaff, breiter als bei voriger. Sonst ähnlich, B. oft nur einfach gefiedert. Anden von Ecuador bis Argentinien, nicht so hoch ansteigend als vorige. — *Ch. alabamensis* (Buckl.) Kze. B. doppelt-fiederspaltig, fast kahl. Segmente II. ganzrandig. Südl. Atlant. Amerika, Arizona. *Ch. fragrans* (L.) Webb. u. Berth. B. mit 0,02 bis 0,07 m langem, schuppigem Stiele und ebenso langer, 2—3fach-fiederspaltiger Spreite. Fiedern I. gegenständig, dreieckig. Textur lederig. Beide Blattflächen kahl. Deckrand häutig, gezähnt (Fig. 146, *A*, *B*). Felsen des Mediterrangebietes bis zum Kaschmir-Himalaya. Eine breitere Form in Makaronesien (*Ch. maderensis* Lowe). — *Ch. lanosa* (Mich.) Watt. Größer als vorige, untere Fiedern I. weiter entfernt, B. unterseits zerstreut-haarig. Nordamerika von New-York bis Texas. — *Ch. hirta* Sw. B. mit 0,1 m langem Stiele und 0,1—1 m langer, meist 3fach-fiederspaltiger, beiderseits ± filziger Spreite. Deckrand ziemlich breit. Afrika von Angola südlich, sehr gemein im Capland und dort auch (reduciert) in die Karroogegenden eindringend (*Ch. contracta* Fée). Auch in Cultur. — **Aaβ.** B. unten mit gelbem Wachsbelag: *Ch. Welwitschii* Hook. B. lanzettlich, 0,2—0,4 m lang, kaum 0,1 m breit, Fiedern I. fiederspaltig. Segmente II. gekerbt-gezähnt. Westafrika: im Bergland von Huilla zwischen 1000 bis 2000 m verbreitet.

Ab. B. fast sitzend: *Ch. mysurensis* Wall. B. 0,1—0,3 m lang, bis 7 cm breit, regelmäßig dreifach-fiederspaltig. Fiedern basiskop kaum gefördert. Spindel etwas fibrillös, sonst B. kahl. An trockenen Plätzen gemein durch Südindien, auf Ceylon, in China und Japan.

B. B. im unteren Drittel am breitesten, schmal-dreieckig. — **Ba.** B. nahezu kahl. — **Baα.** Segmente II. lineal-länglich, ± ganzrandig: *C. pulchella* Bory. B. mit 0,1 bis 0,2 m langem Stiele, 0,1—0,3 m langer, bis 0,1 m breiter, etwas lederiger Spreite. Deckrand gelappt, zusammenhängend, doch durch Querfalten gegliedert. Canaren, ziemlich local an Felsen. — *C. arabica* Dec., kleiner als voriger, an Stiel und Spindel reichlich behaart. Abessinien, Südwestarabien, Somalihochland. — **Baβ.** Fiedern, resp. Segmente II. wiederum eingeschnitten. Polymorphe Gruppe. — *Ch. varians* Hook. B. mit 0,05—0,15 m langem Stiele und 0,15—0,25 m langer, doppelt-fiederspaltiger, krautiger Spreite mit entfernten Fiedern. Von Vorderindien und Südchina durch Malesien bis zu den Philippinen. — *Ch. microphylla* Sw. B. mit 0,05—0,15 m langem Stiele und 0,07—0,25 m langer, bis 0,1 m breiter, 2—3fach-fiederspaltiger Spreite. Fiedern zahlreich, ± gegenständig. Zahlreiche Formen in Amerika, von der Südunion bis Columbien und Peru. In Cultur. — *Ch. tenuifolia* (Burm.) Sw. Voriger ähnlich, die Fiedern II. oft breiter. Deckrand sehr schmal, ± gezähnt. Zuweilen einjährig. Paläotropischer Vertreter der vorigen, vom Osthimalaya, Südindien und Südchina durch Malesien nach Australien und Neuseeland. — *Ch. Delavayi* Bak., mit feinflaumigen B. und zusammenhängendem, starrem, braunem, gekerbtem Deckrande. Südwestchina: Yünnan. Dort auch andere nahe Verwandte. — *Ch. multifida* Sw. B. mit 0,1—0,25 m langem Stiele und 0,1—0,3 m langer, 0,05—0,2 m breiter, 3—4fach-fiederspaltiger Spreite, Deckrand häutig. Felsige Stellen im südlichen und im Berglande des tropischen Afrika, auf St. Helena und angeblich auch auf Java.

Bb. B. beiderseits haarig: *C. trichophylla* Bak. B. an 0,1 m langem Stiele. Spreite 0,3 m lang, bis 0,1 m breit. Letzte Segmente länglichlineal. Deckrand breit. Südwestchina: Yünnan.

Bc. B. unten filzig behaart: *Ch. hispanica* Mett. B. mit 5—7 cm langem Stiele, 2—4 m langer, bis 2 cm breiter, 2—3fach-fiederspaltiger, lederiger Spreite. Portugal, Südspanien.

Bd. *Aleuritopteris* J. Sm. B. unten mit Wachsbelag. — **Bcα.** *Ch. farinosa* Kaulf. B. mit 0,1—0,15 m langem, glattem, dunkelbraunem Stiele, Spreite 0,1—0,3 m lang, bis

Fig. 146. *Cheilanthes* Sw.: *A*, *B* *Ch. fragrans* (L.) Webb. & Berth.: *A* Blatt, *B* Fieder II. mit Aderung und Soris; *C* *Ch. farinosa* Kaulf.: Habitus; *D*, *E* *Ch. Regnelliana* Mett.: *D* Fieder I., *E* Teil einer Fieder II. mit Sorus und Deckrand; *F* *Ch. myriophylla* Desv.: Teil der Spreite. (*A*, *B* nach Luerssen; *D*, *E* nach Baker in Flor. Bras.; *C*, *F* Original.)

0,15 m breit, 2—3fach-fiederspaltig. Fiedern gegenständig, basiskop stark gefördert, Fiedern II. buchtig-fiederspaltig. Sori eine zusammenhängende Linie bildend (Fig. 146, *C*). Sehr verbreiteter Farn in allen Tropenländern, am formenreichsten in den Gebirgen Nordindiens und Südchinas, wo wachslose Formen (*Ch. Dalhousiae* Hook.) im Himalaya bis 3000 m aufsteigen, wo *Ch. rufa* Desv., die neben dem Wachs auch Filzhaare trägt, in den unteren Lagen des Osthimalaya vorkommt. Vergl. über diese und andere Formen H. F. Blanford »Silver Ferns of Simla« (Simla Natur. Hist. Soc. 1886).

C. Unterstes Fiederpaar bei weitem am größten. B. daher breit-dreieckig. — Ca. B. nach vorn zu fiederspaltig, die Basalfiedern basiskop doppelt-fiederspaltig. Unterseite meist mit weißem oder gelbem Wachs bedeckt: *Ch. argentea* (Gmel.) Hook. B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele. Spreite 0,07—0,1 m lang, fast ebenso breit. Deckrand häutig, zusammenhängend, geschweift. Felsspalten. Eigenartige Verbreitung über die Osthälfte Asiens: Philippinen; vom Bergland Nordhinterindiens durch China (hier wachslose Formen) und Japan, nach den Gebirgen Ostsibiriens und bis Kamtschatka, angeblich auch in Alaska. — Cb. B. 3—4fach-fiederspaltig, von Drüsenflaum bedeckt. Übergang zu folgender Section II: *Ch. viscosa* Kaulf. B. mit 0,1—0,15 m langem, dunkelrotbraunem Stiele und ebenso viel im Durchmesser haltender, krautiger Spreite. Fiedern gegenständig, fein zerteilt. Trockene Gebiete Mittelamerikas, von Neumexiko bis Venezuela. In Cultur. Typus einer polymorphen Gruppe, deren Formen vielfach als Arten gelten, so *Ch. leucopoda* Link. mit strohfarbenem Blattstiele, *Ch. Pringlei* Davenp., eine viel kleinere Pflanze, u. a.

Sect. II. *Physapteris* Presl. (*Myriopteris* Fée als Gattung.) B. mehrfach gefiedert, lederig, ± behaart. Letzte Segmente sehr klein (1—2 mm lang und breit), rund, convex (Fig. 146, *D*). Deckrand als ± geschlossener Ring die Sori überdachend. Xerophile Arten.

A. Fiedern II. ganz: *Ch. Regnelliana* Mett. B. an 5 cm langem Stiele. Spreite 5—7 cm lang, etwa 3 cm breit, lederig. Fiedern I. zahlreich, horizontal abstehend. Trockene Felsen in Provinz Minas, Brasilien. Ähnlich *C. recurvata* Bak. von Paraguay.

B. Fiedern II. mindestens fiederspaltig. — Ba. B. oberseits kahl: *C. induta* Kze. B. mit 0,07—0,15 m langem Stiele und ebenso langer, 3—5 cm breiter, eilanzettlicher, dreifach-fiederspaltiger, unterseits filziger Spreite. Felsige, beschattete Bergplätze des nordwestlichen Caplandes. — *C. Bolusii* Bak., voriger nahe, doch vierfach fiederspaltig. Westregion des Caplandes. — *C. gracillima* Eat., »Lace-Fern«, kleiner als *C. induta* Kze. B. 2—3fach-fiederspaltig, unterseits filzig. Westliches Nordamerika, in den Gebirgen zwischen 1800 und 2500 m, Centralamerika. — *Ch. Fendleri* Hook., von der Größe des vorigen, aber die B. unterseits beschuppt. Colorado bis Californien und Texas. — *Ch. Clevelandii* Eat. Schuppen viel kleiner. Südcalifornien. — Bb. B. oberseits ± behaart: *C. lanuginosa* Nutt. B. mit wollig behaartem Stiele und 0,1—0,2 m langer, 2—4 cm breiter, 3fach-fiederspaltiger, unterseits wollig filziger Spreite. Deckrand ziemlich breit. Felsen. Nordamerika von Illinois, Minnesota, Britisch Columbien südwestlich bis Texas und Arizona. — *Ch. persica* (Bory) Mett., von voriger nur durch das Indument des Blattstiels verschieden, das neben den Haaren noch Schuppen besitzt. Mediterrangebiet: Algier, Ostitalien, Dalmatien, Herzegowina, Morea, Kreta, durch Südwestasien nach dem Kaschmir-Himalaya (bis 2000 m). — *Ch. myriophylla* Desv. B. mit 0,1—0,15 m langem, filzigem Stiele und 0,1—0,15 m langer, 3—5 cm breiter, 3—4fach-fiederspaltiger, etwas lederiger Spreite; die letzten Segmente der fertilen Spreite linsenartig, sehr klein, zuweilen gestielt (Fig. 146, *E*). Anden von Californien bis Chile und Südargentinien. Typus einer formenreichen Gruppe ganz nahe stehender Arten. *Ch. tomentosa* Link. vertritt sie in Nordamerika von Missouri und Virginien bis Texas und Mexiko. — *Ch. Eatoni* Bak., zwischen letzter und *Ch. lanuginosa* etwa in der Mitte. Südunion von Arizona bis fast zum Arkansas. — *Ch. scariosa* Kze., von allen vorigen durch das Indument verschieden, das ausschließlich von großen, gewimperten Schuppen gebildet wird. Anden von Mexiko bis Peru.

Fossil giebt Heer aus dem Miocän der Schweiz einige Reste an, die der recenten *Cheilanthes fragrans* ähnlich sind. (H. Potonié.)

71. **Hypolepis** Bernh. (incl. *Aspidotis* Nutt.). Sori etwas unterhalb des Adernendes auf verdicktem Receptaculum, kugelig, gleichmäßig in den Buchten der Segmente. Decklappen von der Gestalt des Sorus, häutig, anfangs den Sorus bedeckend, später bei dessen Verbreiterung ihn zum Teil frei lassend (Fig. 147, *B*, *D*). Sporen länglich, mit einer Leiste besetzt. — B. mehrfach zerteilt, ungegliedert dem Rhizome angefügt, von krautiger Textur, mit Haaren besetzt. Aderung nach V. Pecopteridis.

Etwa 12 Arten. Die geographische Verbreitung der Gattung erstreckt sich fast über alle wärmeren Länder, zeigt aber wenig Beziehung zu den morphologischen Relationen der hergehörigen Species. Übrigens begegnet die Deutung des morphologischen Verhaltens manchen Schwierigkeiten, was eine Neubearbeitung des Materiales wünschenswert macht. Habituell zeigt *Hypolepis* wenig Gemeinsames mit den übrigen Typen dieser Reihe.

A. Rhizom weit kriechend. — Aa. B. doppelt-gefiedert. Fiedern II. klein, tief eingeschnitten, mit gezähnten Segmenten: *H. distans* (Col.) Hook. B. mit 0,15 m hohem,

rauhem Stiele und 0,3 m langer, höchstens 0,1 m breiter, schmaldreieckiger bis eiförmiger, krautiger Spreite. Fiedern I. etwas entfernt, rechtwinklig abstehend. Sori klein. Neuseeland. — **Ab.** B. mindestens dreifach gefiedert. — **Abα.** Letzte Segmente mit ± stumpfen, kurzen Zähnen. Neotropisch. — *H. repens* Presl. B. mit 0,3—0,6 m langem, ± bestacheltem Stiele. Spreite 0,9—1,2 m lang, dreieckig, vierfach-fiederspaltig, krautig, oberseits kahl, unterseits ± klebrig-flaumig. Sori etwa je 4—6 auf dem Segment (Fig. 147, *B*). Variabeler Farn des neotropischen Reiches. — *H. nigrescens* Hook., von etwa gleichen Dimensionen, besitzt unterseits fast kahle, beim Trocknen sich schwärzende B., deren letzte Segmente klein und länglich-lanzettlich sind. Antillen und nördlichstes Südamerika. — *H. parallelogramma* Hook. Größte Form des selben Kreises. B. dick, fast lederig, die letzten

Fig. 147. *Hypolepis* Bernh.: *A H. tenuifolia* Bernh.: Fieder I.; *B H. repens* Presl: Segment mit Aderung und Soris; *C, D H. Schimperi* (Kze.) Hook.: *C* untere Fieder I., *D* Teil eines Segmentes mit Aderung und Soris. (*B* nach Baker in Flor. Bras.; sonst Original.)

Segmente länglich-rechteckig, vorn abgestutzt, die Aderung stark vortretend. Wälder der nördl. Anden. — *H. hostilis* Presl, ebenfalls mit *H. repens* eng verwandt, in typischer Form jedoch durch feiner zerteiltes, zarteres Laub leicht zu unterscheiden. Guiana, Amazonas. — **Abβ.** Letzte Segmente mit ± spitzen, aber kurzen Zähnen. Gerontogäisch: *H. anthriscifolia* Presl, voriger sehr ähnlich, ebenfalls sehr groß: Blattstiel 0,6—0,9 m, Spreite 0,9—2,5 m lang, 0,6—1,5 m breit, fein zerteilt, dünn krautig, in manchen Gegenden während der Vegetationsruhe absterbend. Nasse Waldplätze von Südafrika, den Mascarenen, auf Fernando Po. — *H. tenuifolia* Bernh. B. vorigem ähnlich, ausgezeichnet durch unterseits etwas behaarte und drüsige Blattflächen (Fig. 147, *A*). Malesien und ostwärts bis Polynesien, Ostaustralien, Neuseeland. Habituell außerordentlich dem *Nephrodium rugulosum* gleichend. — *H. milleolium* kleiner als vorige, B. feiner zerteilt, nicht drüsig, Neuseeland ziemlich verbreitet.

— **Aby.** Letzte Segmente mit sehr spitzen, lang-linealen Zähnen (Fig. 147, *D*) (*Aspidotis* Nutt., *Cheilanthis* sp. Hk. Bk.): *H. Schimperi* (Kze.) Hook. Rhizom kriechend. B. mit 0,05 bis 0,2 m langem, dunkelrotem, fast kahlem Stiele und 0,06—0,12 m im Durchmesser haltender, dünn lederiger, kahler, 3—4fach-fiederteiliger Spreite. Unterste Fiedern I. am längsten (Fig. 147, *C*, *D*). Berghänge unter Felsen. Gebirge Ostafrikas von Nordabessinien bis Nyassaland. — *H. californica* (Nutt.) Hook., voriger sehr ähnlich, doch etwas kleiner und feiner zerteilt. Schattige Schluchten der Küstenkette von Südcalifornien. — *H. meifolia* (Eat.) Bak. B. noch weiter gegliedert als vorige, in fast haarfeine Segmente aufgelöst. Ostmexiko, in schattigen Lagen der Gebirge, höchst zierliche Form.

B. Rhizom nicht kriechend: *H. Bergiana* Hook. B. mit 0,6 m langem, drüsig-flaumigem Stiele, Spreite dreieckig, 0,4—0,5 m lang und breit, 4fach-fiederspaltig, dünnhäutig, beiderseits zerstreut-spreuschuppig. Feuchte Waldplätze Südafrikas, nördlich bis zum Zambesi.

72. **Llavea** Lag. (*Botryogramma* Fée, *Ceratodactylis* J. Sm.). Sori an den freien Endigungen der Adern, meist von da weit herablaufend. Sporen braun, gekörnelt. — B. gebüschelt, 3—4fach-gefiedert. Blattstiel mit 1 tetrachen Leitbündel. Blattsegmente dimorph: die unteren steril, gestielt, rundlich-eiförmig, die oberen fertil, stark reduciert, lineal. Adern frei, einfach oder gegabelt (Fig. 148, *B*, *C*).

1 Art des mexikanischen Hochlandes, von vielen zu *Cryptogramme* gerechnet.

L. cordifolia Lag. (*Ceratodactylis osmundoides* J. Sm.). Rhizom fest, kurz, schief. B. mit 0,3—0,5 m langem Stiele und 0,6 m langer, 0,3 m breiter, dreifach-gefiederter, kahler Spreite. Sterile Segmente etwa 4 cm lang (Fig. 148, *A*). Schattige Felsen in Mexiko bis 2200 m, und Guatemalas. Seit alters in Cultur.

73. **Cryptogramme** R. Br. s. ampl. (*Allosorus* Bernh. pt., *Homopteris* Rupr., *Leptostegia* Don, *Onychium* Kaulf., *Phorobolus* Desv.). Sori an den Endigungen der Adern oder einem sie verbindenden randständigen Receptaculum, rundlich oder von dort herablaufend länglich. Deckrand zusammenhängend, etwas membranös. Sporen kugelig-tetraëdrisch. — B. mit hellfarbigem, ungegliedertem Stiele, ± dimorph, gebüschelt, mehrfach zerteilt, die Spreite der fertilen stark reduciert; übrigens kommen Übergänge zwischen beiden Blattformen vor. Aderung fast stets anadrom (Fig. 148, *D*).

Etwa 8 Arten von weiter Verbreitung, doch in Südamerika, transäquator. Afrika und Australien fehlend.

Litteratur: K. Prantl, Die Farngattungen *Cryptogramme* und *Pellaea*. In Engler's Botan. Jahrb. III. (1882) 403 ff.

Sect. I. *Onychium* (Kaulf. als Gatt.), von folgender Section nur dadurch unterschieden, dass die Sori auch die Adernanastomosen besetzen.

A. Sterile und fertile B. fast gleich gestaltet: *C. japonica* (Thunb.) Prantl. B. mit 0,15—0,3 m langem, kahlem Stiele und 0,3—0,4 m langer, eiförmiger Spreite. Fiedern I. dreieckig-lanzettlich, Fiedern II. und Segmente III. ebenfalls dreieckig, die letzten Zipfel lineal-spitzig (Fig. 148, *E*). Japan, China, Himalaya (bis 1800 m), Birma, Java, Gebirge der Philippinen. — **B.** Sterile und fertile B. ± dimorph. — **Ba.** Deckrand und Sporen goldgelb: *C. aurata* (Kaulf.) Prantl. In Habitus und Dimensionen der vorigen ähnlich. Vom östlichen Vorderindien durch Hinterindien und Malesien bis nach Neuguinea. — **Bb.** Deckrand blass, Sporen bräunlich: *C. stricta* (Kze.) Prantl, etwas kleiner als vorige. Segmente keilig verschmälert, tief gespalten und scharf gesägt. Sorus und Deckrand oft kürzer als bei vorigen. Felsenfarn auf Cuba und Portorico. — *C. melanolepis* (Dec.) Prantl. Viel kleiner und bedeutend zarter als vorige. B. höchstens 0,2 m lang. Sinai, Abessinien, Arabien, Südpersien.

Sect. II. *Eucryptogramme* Prantl. Sori an den freien Endigungen der Adern, oft von dort herablaufend. Sporen blass, warzig. B. gewöhnlich dimorph, die sterilen häufig in einaderige Zipfel geteilt. Leitbündel im Blattstiel 1. Boreale Gruppe in einigen Formen, die Prantl in 4 Arten darstellt. Vgl. über ihre z. T. geringfügigen Unterschiede, deren Constanz der näheren Prüfung bedarf, die Ausführungen Prantl's l. c. 414. Der Typus ist *C. crispa* (L.) R. Br. Rhizom verzweigt. Sterile B. gebüschelt, etwa 0,1 m lang gestielt, mit 0,1—0,15 m langer, oblonger, 3—4fach gefiederter Spreite von dicklicher, doch zarter Textur und kahlen Oberflächen. Letzte Segmente keilförmig, 3—4spaltig, mit stumpflichen Zipfelni Fertile B. länger gestielt als die sterilen, bis 0,35 m lang. Letzte Segmente lineal-länglich mit eingerolltem Rande (Fig. 148, *D*). In Steingeröll und an Felsboden der Gebirge Europas und Westasiens bis Afghanistan; an den Grenzen Übergänge zu folgenden Nebenformen: *C. acro-*

stichoides R.Br., im kälteren Nordamerika in den Gebirgen bis Californien, *C. Brunoniana* Wall. vom Himalaya zu den Hochgebirgen Westchinas bei 3000—5000 m. — *C. Stelleri* (Gmel.) Prantl (*Pellaea gracilis* Hook.). Rhizom kriechend, dünn. B. einzeln, weniger stark gegliedert und zarter als bei vorigen. Sibirien vom Ural an, Tibet, hohe Regionen des Himalaya; Canada

Fig. 148. *A—C Llavea cordifolia* Lag.: *A* Habitus, *B* sterile Fieder mit Aderung, *C* Teil einer fertilen Fieder, auf der linken Seite der Deckrand ausgebreitet, um die Aderung zu zeigen. — *D, E Cryptogramme* R. Br.: *D* Teil einer fertilen Fieder mit Aderung und Soris, links der Deckrand ausgebreitet; *E C. japonica* (Thunb.) Prantl: sterile Fieder. (*D* nach Luerssen; *A—C, E* Original.)

und nördliche Union, in den Rocky Mountains bis Colorado. — *C. densa* (Hook. s. *Pellaea*) Diels. B. mit 0,1—0,25 m langem Stiele und etwa 5 cm im Durchmesser haltender Spreite. Sterile Fiedern breiter und scharf gesägt, fertile ganzrandig, der Deckrand sehr stark modificiert und völlig indusiumartig.. Gebirge des pacifischen Nordamerika; von sehr unsicherer Stellung.

74. **Plagiogyria** Kze. (*Lomariae* sp. autt., Hk. Bk.). Sori dem ± verdickten Vorderteil der gegabelten Seitenadern inseriert, zuletzt oft zusammenfließend, unweit des Randes, der meist zurückgeschlagen die Sori überdacht. Indusium fehlt. Sporangien langgestielt, mit vollständigem, schiefem Ringe (Fig. 149, *B, C*). Sporen tetraëdrisch-kugelig oder dreilappig. — B. gebüschelt, einfach-gefiedert, dimorph. Blattstiel am Grunde fleischig angeschwollen und dort oberseits mit 3—6 schwammigen Höckern versehen, welche luftreiches Aërenchym bergen (Fig. 149, *D*). Ein ähnliches Gewebe füllt Nectarien an der Fiederbasis mancher Arten. Blattstiel von 1 Leitbündel

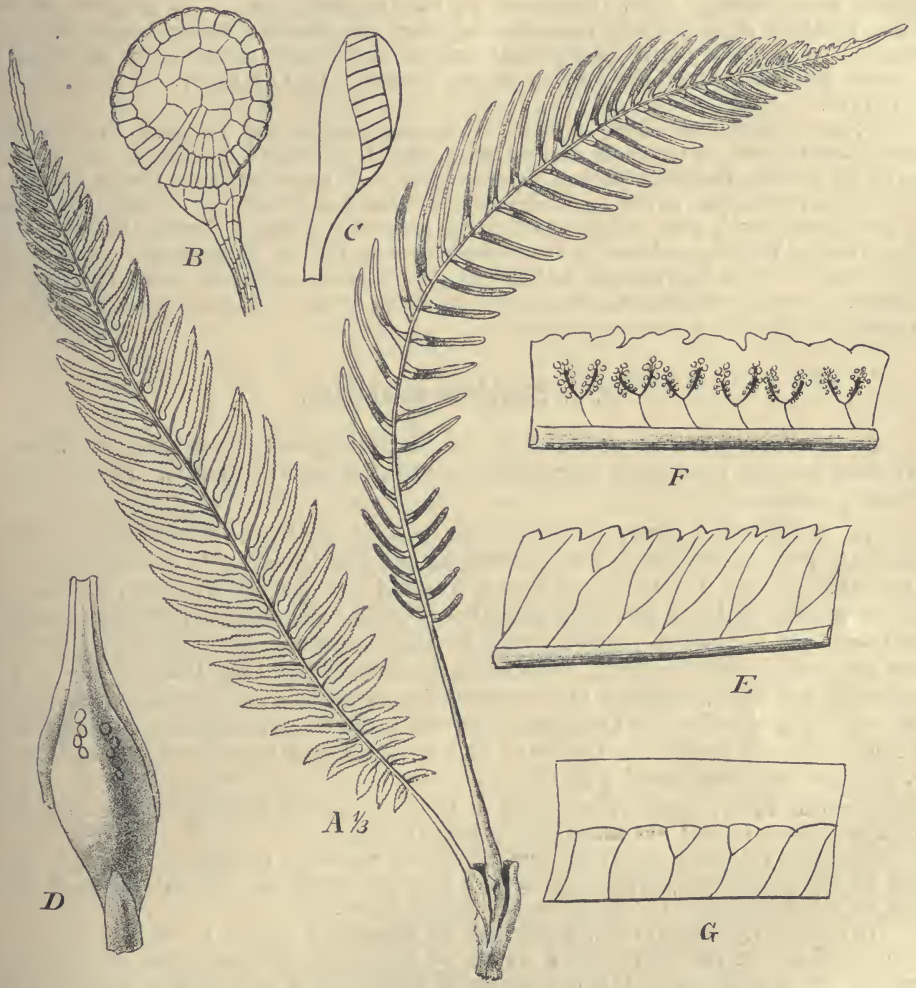


Fig. 149. *Plagiogyria* Kze.: *A—F P. semicordata* (Presl) Christ: *A* Habitus; *B, C* Sporangien von vorn und von der Seite; *D* Blattstielbasis; *E* Fragment des sterilen B. mit Aderung; *F* Fragment des fertilen B. mit Aderung und Soris. — *G P. scandens* (Griff.) Mett.: Fragment des fertilen B. mit Aderung und ausgebreitetem Deckrande. (Nach Mettenius.)

durchzogen, das innerhalb der Basalanschwellung in 3 Zweigen verläuft. Sterile Fiedern gesägt, mit freien Adern; fertile schmäler, meist ganzrandig, mit freien oder durch intramarginalen Strang verbundenen Adern. B. kahl, nur in der Jugend von gallertsecernierenden Drüsen bedeckt (Fig. 149).

Etwa 6 Arten, meist terrestrisch lebend, ihre Verbreitung noch ungenügend bekannt.

Diese recht eigentümliche Gattung wurde von Mettenius monographisch behandelt (Abhandl. Senckenberg. naturf. Gesellsch. II (1858) p. 265—275 tab. XV) und wegen des Sporangiumringes zu den *Cyatheaceen* gestellt. Natürlicher bringt man sie wohl bei den *Pterideae* unter, wo sich mehrfach, wie Mettenius selbst erkannte, viel Analoges bietet.

A. Mittlere Fiedern der sterilen B. am Grunde verbreitert und sich dort berührend.

P. semicordata (Presl) Christ. Rhizom kurz, aufrecht. B. mit 0,07—0,15 m langem Stiele und 0,3—0,6 m langer, 0,1—0,15 m breiter, kahler Spreite. Fiedern zahlreich, lineal, abstehend, bis 0,1 m lang, fein gesägt, die unteren abwärts gebogen. Fertile schmäler und entfernter (Fig. 149, *A—F*). Neotropisch. — *P. adnata* (Bl.) Bedd., sehr ähnlich, doch die Fiedern mehr sichelig. Java, Khasiaberge bis 1200 m, Philippinen. — *P. stenoptera* (Hance) Diels, ebenfalls *P. semicordata* entsprechend, aber die untersten Fiedern stark verkürzt. Formosa. — *P. Henryi* Christ unterscheidet sich davon wohl nur unwesentlich. Südchina.

B. Mittlere Fiedern der sterilen B. am Grunde verschmälert, von einander entfernt.

P. pycnophylla (Presl) Mett. Größer als vorige. Fiedern sehr zahlreich, fein gezähnt, lederig, am Grunde oft mit einer großen Drüse besetzt. Himalaya (bis 2200 m) sehr gemein durch die Gebirge Hinterindiens und Malesiens, wo z. B. zwischen 2000—3000 m sehr häufig. Kaum verschieden davon *P. scandens* (Griff.) Mett. (Fig. 149, *G*). — *P. glauca* (Bl.) Mett., voriger entsprechend, doch ausgezeichnet durch unterseits silberweiß bereifte B., sehr häufig in der oberen Waldregion Javas, an den Khasiabergen bei 1800 m, Philippinen. — *P. euphlebia* (Kze.) Mett. Fiedern viel weniger zahlreich als bei *P. pycnophylla*, und weiter von einander entfernt. Aderung weniger fein, deutlicher vortretend. Areal der vorigen ähnlich, aber übergreifend bis Japan und Nordostaustralien.

IV. 3. Pterideae-Adiantinae.

Sori das Ende der Adern innerhalb der umgeschlagenen Randlappen einnehmend, zuweilen auf das Parenchym übergreifend. Blattstiel schwarz poliert. Fiedern meist akroskop gefördert.

75. **Adiantum** L. (incl. *Adiantellum* Presl, *Apotomia* Fée, *Hewardia* J. Sm., *Mesopleuria* Moore, *Synechia* Fée). Sori randständig auf der Unterseite des nach unten umgeschlagenen Blattrandes, bezw. besonderer Randläppchen, terminal an den unveränderten Adern oder auch übergreifend auf das angrenzende Parenchym, kugelig bis lineal, meist zahlreich, getrennt oder zusammenfließend. Decklappen von der Gestalt des Sorus. Indusium fehlt. Sporen kugelig-tetraëdrisch (Fig. 150, *E, F*). — B. ungeteilt bis mehrfach-gefiedert. Stiel ungegliedert, meist schwarz, glatt poliert, fast stets mit nur 1 halbcylindrischen Leitbündel. Spreite meist von zarter Textur und hellgrüner Farbe. Segmente meist akroskop stark gefördert. Aderung meist einfach, selten nach V. Doodyae anastomosierend (Fig. 150).

Zierliche Farne, meist bodenständig in Wäldern oder an feuchten Felsen, namentlich auf Kalk, wie es scheint nur selten oder niemals Epiphyten.

Ungefähr 80 Arten, weit verbreitet durch die wärmeren Erdstriche, in einigen Arten weit in die gemäßigten Zonen vordringend. Über die Hälfte der unterschiedenen Species sind im subtropischen oder tropischen Amerika zu Hause.

Litteratur: Keyserling, Adiantum. In Mémoir. de l'acad. impér. des scienc. de St. Pétersbourg, 7. sér. XXII, No. 2 (1875). — Kuhn, M., Übersicht über die Arten der Gattung *Adiantum*. In Jahrb. d. Botan. Gartens zu Berlin I (1881) 337; letzteres nur ein Artenschlüssel, der wesentlich auf Mettenius'schen Principien beruht. Beide Darstellungen der leicht kenntlichen, aber schwierig zu gliedernden Gattung können noch keineswegs als abschließend betrachtet werden. Der folgenden Übersicht liegt das Kuhn'sche System zu Grunde.

Sect. I. *Euadiantum* Kuhn. Sporangien nur auf den Adern.

Subsect. 1. *Polystichophyllae*. B. mehrzeilig.

§ I. *Integrifoliae*. B. ungeteilt.

A. Blattspreite gegen den Blattstiel abgesetzt: *A. Parishii* Hook. B. rosettenartig dicht-gebüschelt, kreisrund, am Grunde etwas keilig. Sori wenige (Fig. 150, *A, B*). Kalkfelsen. Bisher nur in Birma (Moulmein) gesammelt.

B. Blattspreite nicht gegen den Blattstiel abgesetzt: *A. reniforme* L. B. rundlich-nierenförmig, schwarzgrün, lederiger Textur, etwa 0,05 m im Durchmesser. Feuchte Felsen, in tiefer Lauberde der Waldungen. Makaronesien, Madeira, Canaren, Capverden; nach unverbürgter Angabe auch in Senegambien. »Yerba tostonera« auf den Canaren. — Durch etwas stärkere Textur und schmälere Bucht zwischen den Blattlappen unterscheidet sich *A. asarifolium* Willd. Mascarenen, angeblich auch in den Drakensbergen Südafrikas. — *A. reniforme* var. *crenatum* Bak., hat gekerbte B. Nordostmadagascar.

§ II. *Pinnatae.* B. einfach-, selten z. T. doppelt-gefiedert.

A. Fiedern größtenteils gestielt. — **Aa.** B. am Ende nicht wurzelnd: *A. deltoideum* Sw. B. mit 0,05—0,1 m langem Stiele, kahl. Spreite 0,1—0,15 m lang. Fiedern fast gegenständig, die unteren zuweilen dreilappig. Sori längs der Ränder. Antillen. — *A. sericeum* Eat. B. überall kurz-haarig. Cuba. — **Ab.** B. meist am Ende wurzelnd. — **Abα.** Fiedern kreis- oder nierenförmig: *A. capillus Junonis* Ruppr. B. etwas kleiner als vorige. Fiedern gegenständig, 3—5 jederseits, ganzrandig oder schwach gelappt, kahl. Sori sich nicht berührend. China. — **Abβ.** Fiedern länglich-trapezförmig oder halbmondförmig. — **AbβI.** B. kahl: *A. lunulatum* Burm. Rhizom kriechend. B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele. Spreite 0,15—0,3 m lang, kahl. Fiedern auf der basiskopen Seite glatt abgeschnitten, auf der akroskopen meist ± gelappt. Sori sich berührend. Fast in den gesamten Paläotropenländern und oft darüber hinaus, z. B. Capverden; dagegen in Amerika meist durch nahestehende, doch etwas abweichende Formen ersetzt, z. B. *A. delicatulum* Mart. — *A. deflectens* Mart., von voriger durch gewöhnlich kürzere, relativ breitere Fiedern zu unterscheiden. Im tropischen Südamerika. — **AbβII.** B. an der Spindel behaart: *A. rhizophorum* Sw., voriger ähnlich, aber B. meist von lederiger Textur. Madagascar, Mascarenen, Seychellen.

B. Fiedern sitzend, höchstens die unteren kurz gestielt: *A. caudatum* L. Von der Größe des *A. lunulatum*, aber durch allseitige Behaarung des B. leicht zu unterscheiden. Fiedern akroskop oft tief und mehrfach eingeschnitten. Sori rundlich oder quer-länglich. Weit verbreitet durch die paläotropischen Gebiete östlich bis Malesien, in bedeutendem Formenreichtum. — *A. Schweinfurthii* Kuhn. Völlig kahl, sonst vom Habitus der vorigen. Sudan. — *A. Balfourii* Bak. Ebenfalls kahl, Fiedern fächerig, gegenständig. Sokotra. — *A calcareum* Gardn. Desgleichen kahl. Fiedern tief eingeschnitten, jedes Segment mit 1 Sorus. Kalkfelsen in Mittelbrasilien. — Außerdem noch sehr zahlreiche andere Nebenformen des gleichen Typus.

Subsect. 2. *Distichophyllae.* B. zweizeilig. Vorwiegend neotropische Abteilung.

§ I. *Pinnatae.* B. einfach-gefiedert.

A. Stiel geschlängelt, Fiedern klein: *A. pumilum* Sw. B. mit 2—4 cm hohem Stiele und 4—5 cm langer Spreite. Fiedern jederseits 4—5. Jamaica. — **B.** Stiel gerade. Fiedern ziemlich groß. — **Ba.** Sori auf beiden Seiten der Fiedern. — **Baα.** Adern frei, höchstens dem Rande zu etwas anastomosierend. — *A. lucidum* Sw. B. mit behaartem, 0,15—0,25 m langem Stiele. Spreite 0,25—0,4 m lang, lederig. Fiedern 6—8 jederseits, nach vorn gesägt. Sori in zusammenhängendem randständigen Streifen. Mittelamerika, nördliches Südamerika. — *A. Phyllitidis* J. Sm. ganz ähnlich, aber B. noch dicker lederig, Fiedern nur 1—6 jederseits, breiter, nahezu ganzrandig. Antillen, nördlichstes Südamerika. — *A. macrophyllum* Sw. B. ganz kahl, zarter und oft etwas größer als bei vorigen. Fiedern jederseits 4—6, die sterilen bis 5 cm breit, am Grunde breit und sich oft deckend, am Rande ± gelappt; die fertilen schmäler (Fig. 150, *C*). Im neotropischen Gebiet verbreitet. — Ähnliche Formen namentlich in den tropischen Anden noch mehrere. — **Baβ.** Adern gegen den Rand reichlicher anastomosierend: *A. dolosum* Kze. Fiedern fast ganzrandig. Mittelamerika, nördlichstes Südamerika. — **Bb.** Sorus nur am akroskopen Rande der Fiedern: *A. incisum* Presl. B. mit kahlem, 0,1—0,15 m langem Stiele. Fiedern oft sichelig gebogen, akroskop gelappt. Westliches Centralamerika, nördliche Anden, Galapagosinseln.

§ II. *Bipinnatae.* B. doppelt-gefiedert.

A. Sori zusammenhängend, meist nur am akroskopen Rande: *A. pulverulentum* L. Voriger sehr ähnlich, aber Stiel behaart und Fiedern nicht so eingeschnitten. Im neotropischen Reiche verbreitet. — **B.** Sori zusammenhängend, an beiden Rändern: *A. villosum* L. Größer als vorige Art; Fiedern I. 0,15—0,3 m lang, 4—5 cm breit. Fiedern II. etwa 2,5 cm lang, fast viereckig. Ebenfalls im neotropischen Reiche verbreitet. — **C.** Sori getrennt. — **Ca.** Blattstiel spreuhaarig. — **Caα.** Deckrand kahl: *A. denticulatum* Sw. Fiedern II. akroskop geöhrt, kurz gestielt, die sterilen gezähnelt, unterseits bläulich oder hellgrün. Neotropisch. — *A. tetraphyllum* Willd. B. mit 0,4 m langem Stiele und 0,4—0,8 m langer, oft eben so breiter Spreite. Fiedern II. länglich-oval, akroskop gezähnt, beiderseits

dunkelgrün. Neotropisch und im westafrikanischen Waldgebiete. — **Caβ.** Deckrand behaart *A. terminatum* Kze. B. spreuhaarig. Südamerika nördlich vom Amazonas, wo ähnlich behaarte Verwandte mehrfach vorkommen. — **Cb.** Blattstiel flaumig oder kahl: *A. tomentosum* Klotzsch, *A. urophyllum* Hook. u. a. im gleichen Gebiete wie vorige.

§ III. *Tripinnatisectae.* B. am Grunde 3—4fach-fiederschnittig.

A. Spindel gerade. — **Aa.** Stiel rauhhaarig: *A. cristatum* L. B. mit 0,15—0,3 m langem, aufrechtem Stiele und 0,3—1 m langer, 0,2—0,3 m breiter, starr-lederiger Spreite. Fiedern vorn fiederspaltig. Aderung stark vortretend. Antillen, Venezuela, Guiana. — *A. melanoleucum* Willd., voriger sehr ähnlich, aber von dünnerer Textur, mit stumpferen Fiedern. Große Antillen. — **Ab.** Stiel spreuhaarig oder kahl. — **Abα.** B. normal fiederig-verzweigt. Äußerst formenreiche neotropische Gruppe: *A. pectinatum* Kze. B. mit 0,3—0,6 m langem Stiele und 0,9—2 m langer, bis 1 m breiter Spreite. Fiedern II., resp. III. dicht kammförmig, stumpflich, hellgrün. Spindel filzig. Eine der schönsten und stattlichsten Arten der Gattung. Ostperu, Bolivien, Innerbrasilien, Nordargentinien. — *A. polyphyllum* Willd. Von gleichen Dimensionen wie vorige und ebenfalls ausgezeichnet durch große Zahl genäherter Fiedern II. (oft 50 an einer Fieder I.). Spindel kahl. Typus eines sehr polymorphen Kreises der nördlichen Anden. — **Abβ.** B. dichotom-fiederig oder -fußförmig verzweigt. — **AbβI.** Fiedern II., resp. III. auf der basiskopen Seite nur zu zwei Dritteln abgestutzt: *A. curvatum* Kaulf. B. mit 0,15—0,3 m langem, kahlem Stiele und dichotom verzweigter Spreite. Fiedern II. akroskop gerundet und gelappt. Lappen gezähnt. Sori länglich, oft leicht gekrümmt. Brasilien. Dort mehrere nahe verwandte Species von ähnlichem Aufbau. — **AbβII.** Fiedern II., resp. III. auf der basiskopen Seite völlig abgestutzt: *A. flabellulatum* L. Spindel fein flaumig. Fiedern II., resp. III. breit-rhombisch, stumpf, lederig. Von Ceylon, Osthimalaya, Hinterindien, Südchina nach Malesien. — *A. pedatum* L. Spindel kahl. Fiedern II. resp. III. eiförmig-länglich, gelappt, dünnkrautig. Wälder. Vom Himalaya durch ganz China nach Japan, Mandschurei, Ostsibirien, Aleuten zum feuchteren Nordamerika. An ihrem graciösen, streng-pedaten Aufbau (Fig. 150, *G*) sofort kenntliche Art, deren beachtenswertes Areal die Polargrenze der Gattung erreicht.

B. Blätter meterhoch kletternd. Spindel bogig-gespreizt.

Ba. Adern frei. — **Baα.** Fiedern II., resp. III. nierenförmig oder rundlich: *A. Féei* Moore. B. 0,3—0,6 m lang, lederig. Fiedern rechtwinkelig abstehend. Fiedern II., resp. III. oft eingeschnitten. Spindel braun-filzig (Fig. 150, *H*). Centralamerika. — *A. digitatum* Presl, voriger ähnlich, aber die letzten Fiedern tief eingeschnitten, die Spindel oft kahl. Anden von Ecuador bis Bolivien, wo auch mehrere Verwandte. — **Baβ.** Fiedern II., resp. III. rhombisch-trapezoidisch: *A. peruvianum* Kl. Sehr groß. Fiedern II. gestielt, oft 6 cm lang, 4 cm breit, stumpf, gekerbt-gezähnt. Sori zahlreich, getrennt, nierenförmig. Anden von Peru.

Bb. Adern anastomosierend (*Hewardia* J. Sm.): *A. Hewardia* Kunze. Außer der Endfieder 2—4 Fiedern I. jederseits. Fiedern II. fast ganzrandig, häutig. Mittelrippe deutlich. Sori zusammenhängend. Guiana. — *A. olivaceum* Bak. Außer der Endfieder nur 1 Fieder I. jederseits, was der Art ein eigentümliches Aussehen giebt. Fiedern II. gelappt, häutig. Mittelrippe deutlich. Sori nicht völlig zusammenhängend. Orinocogebiet, Guiana.

§ IV. *Decompositae.* B. mindestens dreifach-gefiedert, selten einfacher.

A. Fiedern III. ziemlich groß: *A. tetragonum* Schrad. B. fast fußförmig verzweigt. Fiedern III. länglich-eiförmig, spitz, eingeschnitten. Wälder Brasiliens. Mehrere Nebenarten von unsicherer Abgrenzung sind ebenfalls in Brasilien heimisch.

B. Fiedern III. ziemlich klein. — **Ba.** Sori breit ausgerandet: *A. amplum* Presl (*A. glaucophyllum* Hook.). B. 0,15—0,3 m lang. Spreite 0,3—0,6 m lang, vierfach-gefiedert. Sori 4—6 an der akroskopen Seite der letzten Fiedern. Centralamerika. — *A. venustum* Don. B. etwas kleiner als vorige, letzte Fiedern etwa $^1/_2$—1 cm im Durchmesser, lederig, fein gezähnt. Sori 2—3, groß (Fig. 150, *D*). Westhimalaya 2000—3000 m. — *A. Levingii* Bak. Charakter der vorigen, Tracht von *A. capillus Veneris* L. Sikkim. — *A. monochlamys* Eat., ähnlich, aber letzte Fiedern nur schwach gezähnt. Sori meist nur 1. China, Japan. — *A. Gravesii* Hance, klein, einfach-gefiedert. China. — *A. Faberi* Bak. Sori kleiner als bei den drei vorigen. Westchina bei 1000 m, mit mehreren sehr nahen Verwandten (z. B. *A. Davidi* Franch.) kürzlich aus den dortigen Hochgebirgen bekannt geworden. — **Bb.** Sori länglich oder verlängert: *A. capillus Veneris* L. B. mit aufrechtem, schwarzem, 0,1—0,2 m langem Stiele und 0,2—0,4 m langer, zarter, kahler Spreite. Letzte Fiedern keilig, tief gelappt, Lappen gekerbt Fig. 150, *E, F*). Tropen und Subtropen der alten Welt; auch in den feuchteren Regionen des Mediterrangebietes sehr verbreitet an nassen oder geschützten Felsen und von dort nach Norden und Süden weit in die gemäßigten oder trockenen Nachbargebiete vordringend (Süd-

Fig. 150. *Adiantum* L.: *A, B A. Parishii* Hook.: *A* Habitus, *B* B., Unterseite; *C A. macrophyllum* Sw.: Fieder, Unterseite; *D A. venustum* Don: Fieder I., Unterseite; *E, F A. capillus Veneris* L.: Teile einer fertilen Fieder vergrößert, bei *F* der fertile Lappen aufwärts geschlagen, um die Sori zu zeigen. *G A. pedatum* L.: Blatt; *H A. Fée*i Moore: Fieder I. (*A, B* nach Hooker; *E, F* nach Luerssen in Rabenhorst, alles übrige Original.)

westengland, Südalpen, Kleine Oase der Libyschen Wüste.) In Amerika weniger verbreitet: von Utah und Virginien bis Venezuela, selten und vielleicht nicht indigen in Brasilien. Der »Syrupus capillorum Veneris« der Pharmacie wird aus den B. mit Zuckerzusatz bereitet; namentlich früher war er, wie andere Arten der Gattung, gegen Brustleiden in Gebrauch; auch heute gehören die B. oft zu den Bestandteilen des Brustthees. — *A. tenerum* Sw., größer als vorige, noch complicierter gebaut, letzte Fiedern kleiner, zarter, lang gestielt, weniger tief eingeschnitten, gegliedert angefügt und daher getrocknet leicht abfallend. Im neotropischen Reiche verbreitet. In zahlreichen Varietäten cultiviert. — *A. fragile* Sw., bedeutend kleiner als vorige, namentlich der Blattstiel sehr kurz. Fiedern gegliedert angesetzt und am Gelenk äußerst leicht abfallend. Spindel starr. Antillen.

Sect. II. *Adiantellum.* Sporangien auf den Adern und dem dazwischen liegenden Parenchym.

§ I. *Pinnatae.* B. einfach-gefiedert: *A. Shepherdi* Hook. B. mit 0,1 m langem, kahlem Stiele und 0,15—0,2 m langer, lederiger, kahler Spreite. Fiedern völlig sitzend, mit gelapptem Grunde, der sich dachig über die Spindel legt. Sori zahlreich. Habituell ausgezeichnete Species Mexikos.

§ II. *Bipinnatae.* B. doppelt-gefiedert: *A. Galeottianum* Hook. Fiedern groß, 2 cm im Durchmesser, ganzrandig, lederig. Aderung fein, fächerig, vortretend. Südmexiko. — *A. monosorum* Bak. Fiedern I. basiskop mit 1 gefiederten Seitenfieder II. Sorus je 1 auf eine Fieder. Salomonsinseln.

§ III. *Pedatae.* B. fußförmig-gefiedert. — **A.** B. mehrzeilig: *A. diaphanum* Bl. Fiedern II. länglich-trapezoidisch, stumpf, kahl, von dünner Textur. Sori zahlreich. Südchina, Malesien, Melanesien bis Norfolk und Neuseeland, Polynesien. — **B.** B. zweizeilig: *A. hispidulum* Sw. Fiedern II. zahlreich, halb-fächerförmig, unterseits behaart, von etwas fester Textur. Weit verbreitet durch die Paläotropen. — *A. patens* Willd. Tracht der vorigen, aber auffällig durch die großen hornigen Deckrandlappen. Von Mexiko bis Ecuador. Galapagosinseln.

§ IV. *Tripinnatae.* B. mindestens dreifach-gefiedert.

A. Sterile Adern zum Rücken der Zähne auslaufend: *A. Cunninghami* Hook. B. starr, kahl, unten bläulich bereift. Feuchteres Neuseeland. — *A. fulvum* Raoul, ähnlich, doch B. unterseits behaart. Melanesien, Nordneuseeland. — *A. pulchellum* Bl., größer als vorige, Spindel filzig behaart. Java. — *A. formosum* R.Br. Noch stattlicher. B. mit 0,3—0,5 m langem Stiele und eben so langer, oft vierfach gefiederter Spreite. Letzte Fiedern klein, lederig. Ostaustralien, nördlichstes Neuseeland. — *A. aethiopicum* L. Fast so groß als voriges. B. aber dünn krautig, kahl. Letzte Fiedern verkehrt-eiförmig-keilig. Aderung fächerig. Sori fast zusammenhängend. Etwas zweifelhafte Art, deren Abgrenzung gegen *A. crenatum* Poir. noch genauerer Untersuchung bedarf. Nach Kuhn im Capland, Australien und Neuseeland.

B. Sterile Adern zur Bucht zwischen den Zähnen auslaufend. Fast alle Arten amerikanisch. — **Ba.** Drüsenhaare zwischen den Sporangien fehlen. — *A. concinnum* H.B.K. Habituell an *A. capillus Veneris* erinnernd, ausgezeichnet durch sehr regelmäßige Fiederung. Unterste Fieder II., resp. III. sitzend, etwas größer als die anderen und der resp. Spindel angedrückt. Neotropisch. — *A. excisum* Kze. Fiedern II., resp. III. sehr klein. Sori breit nierenförmig. Centralamerika, Chile. — *A. cuneatum* Langsd. et Fisch. B. kahl, Fiedern II., resp. III. kurz gestielt, mit keilförmigem Grunde. Sori gerundet. Südamerika von Peru und Brasilien bis Argentinien sehr häufig. — Eine große Zahl ± abweichender Nebenarten kommen local in den wärmeren Gebieten Südamerikas vor (z. B. *pseudotinctum* Hieron. in Paraguay). — **Bb.** Drüsenhaare zwischen den Sporangien vorhanden: *A. crenatum* Poir. (*A. thalictroides* Willd.). Habitus von *A. aethiopicum* L. und meist damit vereinigt. B. dreieckig, unterseits meist bläulich-bereift. Fiedern II., resp. III. verkehrt-eiförmig-trapezoid. Tropisches Afrika, Vorderindien. Bei uns Zierpflanze. — In Amerika eine Reihe naher Verwandter, so *A. scabrum* Kaulf. mit weiß bereifter Blattunterseite (Chile), *A. colpodes* Moore, mit mehr trapezoiden Fiedern (Peru) u. a.

Nutzen: Außer den bei einzelnen Arten genannten medicinischen Anwendungen finden eine Reihe der feiner zerteilten Species ausgedehnte Verwertung in der Gärtnerei; namentlich sind sie in neuerer Zeit für Bouquets außerordentlich beliebt.

Fossil. Schon aus dem Mesozoicum wird die Gattung *Adiantum* von Heer angegeben, und zwar aus dem Jura des Amurlandes (1876) und dem Urgon Grönlands (1874); die Jura-Reste mit Sorus-Spuren erinnern wohl an unsere Gattung, sind aber zur Sicher-

stellung zu unbedeutend, die Urgon-Reste (steril) sind dem recenten *Adiantum reniforme* ähnlich. Eine Sicherheit über das Vorkommen von *Adiantum* schon im Mesozoicum ergiebt sich also daraus nicht. Von Saporta (1868) aus dem Unt. Eocän von Sézanne bekannt gegebene Reste ähneln dem recenten *A. aethiopicum*. Aus dem Miocän von Parschlug in Steiermark bildet Unger (1847) einen Rest ab, der wieder dem *A. reniforme* sehr ähnlich ist, und im Pliocän von Meximieux (Ain) hat Saporta (u. Marion) (1876) ein Spreitenstück abgebildet, das in der That von der zuletzt genannten recenten Art nicht zu unterscheiden ist. (H. Potonié.)

IV. 4. Pterideae-Pteridinae.

Sori auf intramarginalem Verbindungsstrang der Adernenden. Blattstiel selten schwarz poliert. Blattsegmente selten akroskop gefördert.

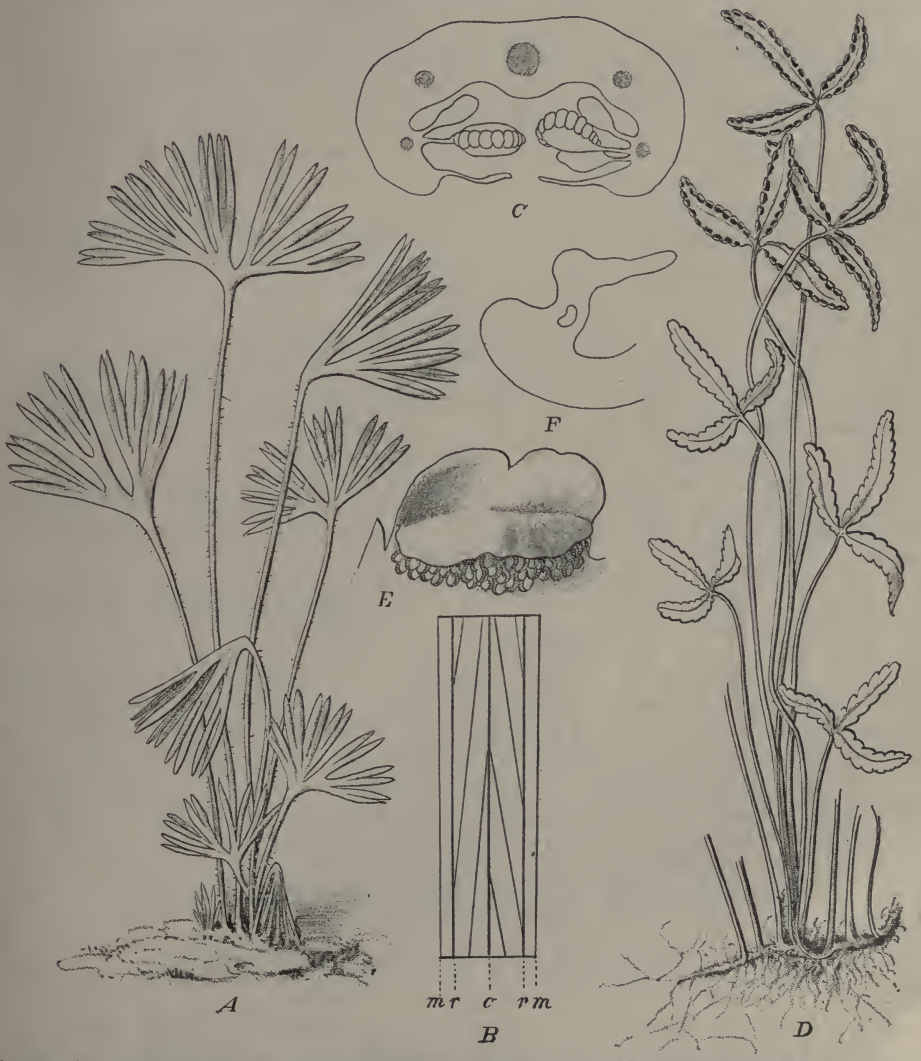


Fig. 151. *A—C Actiniopteris radiata* (König) Link: *A* Habitus; *B* Schema der Aderung der fertilen Fiedern: *m* Deckrand, *r* Receptaculum, *c* Costa; *C* Querschnitt durch die fertile Fieder. — *D—F Cassebeera triphylla* (Lam.) Kaulf.: *D* Habitus, *E* Blattlappen mit Deckrand und Sorus, *F* Hälfte des Blattquerschnittes. (*B*, *F* nach Mettenius; sonst Original.)

76. **Actiniopteris** Link (*Acropteris* Fée pt.). Sorus lineal, auf einem intramarginalen Verbindungsstrang der Adernenden, nahe dem Rande, ununterbrochen dem Saume folgend. Deckrand von der Gestalt des Sorus, indusiumartig verdünnt (Fig. 151, *C*). Sporen kugelig-tetraëdrisch. — B. gebüschelt, streng dichotom verzweigt, xeromorph. Blattstiel ungegliedert, von 1 halbcylindrischen Leitbündel durchzogen, nicht schwarz poliert. Spreite mit subepidermalen Stereïdenstreifen (Fig. 151, *A*).

1 Art des indoafrikanischen Steppengebietes.

Litteratur: Milde in Botan. Zeit. XXIV (1866), 180 f.

Die Stellung der interessanten Gattung ist infolge ihrer ganz eigenartigen Tracht sehr verschiedenartig beurteilt worden. Zu den *Pterideae* verwies sie zuerst Mettenius wegen der intramarginalen Soruslinie; mehrere andere Gründe für die Richtigkeit dieser Auffassung hob Milde in treffender Weise hervor. Allerdings steht sie auch unter den *Pterideae* völlig isoliert. Die früher oft betonten angeblichen Beziehungen zu *Asplenium* Sect. *Acropteris* sind rein äußerlich.

A. radiata (König) Link. Rhizom kurz. B. gebüschelt, mit starrem, 0,05—0,15 m langem, beschupptem Stiele und fächerförmiger, 2—4 cm langer, vielfach dichotom-zerteilter, starr lederiger, kahler Spreite. Segmente der fertilen B. länger als die der sterilen (Fig. 151, *A*). Von den trockenen Teilen Birmas und Ceylons über Dekkan nach Arabien, Sokotra und ganz Ostafrika vom Etbai südlich bis Transvaal und von den Steppen des Sudan mit Umgehung des westafrikanischen Waldgebietes nach Angola und zur Kalachari. Ebenso im madagassischen Gebiete.

77. **Cassebeera** Kaulf. non Dennst. (*Bakeropteris* O. Ktze., incl. *Ormopteris* J. Sm.). Sori innerhalb eines Blattlappens auf dem die Adernenden verbindenden Receptaculum am Grunde des Deckrandes inseriert, kugelig oder länglich, ohne Paraphysen. Deckrand etwas eingerückt, von der Gestalt des Sorus und völlig indusienartig (Fig. 151, *E*). — B. zwei- bis mehrzeilig. Blattstiel schwarz poliert, mit triarchem Leitbündel, wobei das mediane Protohadrom unterseits liegt. Segmente mit breiter Basis oder nicht gegliedertem Stiele angefügt. Adern metadrom, frei, ihre Endigungen ± innen im Mesophyll, nur die fertilen zuweilen der Oberfläche anliegend. Rhizomschuppen meist ganzrandig (Fig. 151, *E, F*).

3 Arten in Brasilien.

Die Ausbildung der Sorusdecke bei *C.* bildet ein sehr auffälliges Beispiel des »Indusium spurium« im Sinne der früheren Autoren. Entwickelungsgeschichtlich wurde seine Entstehung übrigens noch nicht geprüft, so dass sein Deckrand-Wesen noch nicht zweifellos bestimmt ist.

A. B. mehrzeilig. Seitenfiedern I. jederseits 1: *C. triphylla* (Lam.) Kaulf. B. mit 5—7 cm langem, glattem Stiele und etwa 0,2 m im Durchmesser haltender, kahler Spreite (Fig. 151, *D*). Südbrasilien bis Ostargentinien.

B. B. zweizeilig. Fiedern jederseits mehrere: *C. pinnata* Kaulf. B. mit 0,15—0,3 m langem, glattem Stiele und etwa 0,15 m im Durchmesser haltender Spreite. Fiedern lineal-länglich, gekerbt, am Rande oft zurückgerollt. Schattige Felsen der Gebirge Ostbrasiliens. — *C. gleichenioides* Gardn. (*Ormopteris* J. Sm.). B. doppelt-gefiedert: Fiedern II. viereckig, bei der Reife eingerollt. Sori den ganzen Rand einnehmend. Felsige Campos in Minas Geraes.

78. **Amphiblestra** Presl. Sori ringsum nahe am Rande auf intramarginalem Verbindungsstrange der Adernenden (Fig. 152, *B*). Blattrand nicht modificiert, kaum umgeschlagen. — Blattstiel mit mehreren Leitbündeln. Spreite groß, einfach-gefiedert: Endfieder groß, mit länglich-dreieckigem Endstücke. 1—2 fast ganzrandige, basiskop wenig geförderte Seitenfiedern jederseits. Adern nach Ven. Anaxeti, also mit blinden Äderchen.

1 neotropische Art, im Habitus mit *Aspidium* völlig übereinstimmend.

A. latifolia (H. B. K.) Presl. (*Pteris l.* H. B. K., Hk. Bk.). B. 0,3—0,6 m lang, krautig (Fig. 152). Venezuela an den Bergen von Cumaná, in Wäldern.

79. **Anopteris** Prantl. Sori nahe am Rande auf dem intramarginalen Verbindungsstrange der Adernenden, mit Paraphysen. Deckrand breit. Sporen kugelig-tetraëdrisch. — Blattstiel mehrere Leitbündel enthaltend. Spreite mehrfach-gefiedert. Fiedern schwach dimorph. Aderung fiederig, anadrom (Fig. 153, *A, B*).

1 Art der Neotropen, von unsicherer Verwandtschaft.

A. heterophylla (L.) Prantl (*Pteris h.* L., Hk. Bk.). B. mit kahlem, holzigem Stengel und 0,15—0,3 m langer, 0,1—0,15 m breiter, dreifach gefiederter, kahler Spreite. Fiedern $\frac{1}{2}$III. der sterilen B. eiförmig, gezähnt, die der fertilen schmäler, nur an der sorenlosen Spitze gezähnt (Fig. 153, *A*, *B*). Antillen, Brasilien.

Fig. 152. *Amphiblestra latifolia* (H. B. K.) Presl: *A* Blatt; *B* Teil einer Fiederbasis mit Aderung. In der rechten Hälfte sind die Sori entfernt, um das intramarginale Receptaculum zu zeigen.

80. **Ochropteris** J. Sm. (*Cryptogramme* Sect. Prantl). Sori nahe dem Rande auf einer mehrere Adernenden verbindenden Anastomose (Fig. 153, *E*) inseriert, breit-elliptisch. Deckrand kaum verändert (Fig. 153, *C—E*). Paraphysen vorhanden. — Rhizom kurz kriechend, fest, mit schmalen Schuppen. Blattstiel ungegliedert angefügt,

von mehreren Leitbündeln durchzogen. Spreite mehrfach geteilt, habituell an *Davallia* erinnernd. Aderung der letzten Segmente fast fächerig, frei (Fig. 153, *C*).

Monotypische Gattung von sehr unsicherer Stellung, auf Mauritius.

O. pallens (Sw.) J. Sm. B. mit etwa 0,6 m langem Stiele und ebenso langer, etwa 0,3 m breiter, dreieckiger, vierfach-fiederspaltiger, lederiger Spreite (Fig. 153, *C—E*). Mauritius.

Fig. 153. *A*, *B Anopteris heterophylla* (L.) Prantl: Fieder III.: *A* fertile, *B* sterile. — *C—E Ochropteris pallens* (Sw.) J. Sm.: Fertile Fiedern letzter Ordnung: *C* von der oberen, *D*, *E* von der unteren Seite, *E* nach Ausbreitung des Deckrandes. — *F*, *G Histiopteris incisa* (Thunb.) Ag.: *F* unterer Teil zweier Fieder, *G* fertile Segmente mit Aderung und Soris. (*A*, *B* nach Bot. Mag.; *C—G* nach Mettenius.)

81. **Pteris** L. (incl. *Campteria* Presl, *Heterophlebium* Fée, *Litobrochia* Presl, *Pycnodoria* Presl, *Schizopteris* Hill.). Sorus auf dem intramarginalen Verbindungsstrange der Adernenden nahe dem Rande, doch nicht im Sinus der Blatteinschnitte (Fig. 154, *A*, *G*, *H*), meist ununterbrochen dem Saume folgend (Fig. 154, *A*). Deckrand von der Gestalt des Sorus. Sporen kugelig-tetraëdrisch, mit 3 Leisten. — Blattstiel nicht schwarz poliert, von 1 Leitbündel durchzogen. Spreite einfach- bis mehrfach-gefiedert. Unterste Fiedern meist stark gefördert, besonders auf der basiskopen Seite. Adern einfach oder anastomosierend.

Meist bodenständige Farne feuchter, humöser Waldungen.

Gegen 60 Arten in allen wärmeren Erdgebieten, am formenreichsten in den Tropen; die meisten Typen in Ostasien, Malesien, Melanesien.

Litteratur: Agardh, Recensio specierum generis Pteridis. Lund 1839.

Fig. 154. *Pteris* L.: *A* Schema der Aderung, *f* der intramarginale fertile Verbindungsstrang der Seitenadern, *m* der Deckrand ausgebreitet. — *B P. longifolia* L. — *C*, *D P. cretica* L.: *C* Habitus, *D* Fieder I. — *E P. semipinnata* L.: Fieder I.: *F P. quadriaurita* Retz: Fieder I. — *G*, *H P. aculeata* Sw.: *G* Fieder; *H* Teil einer Fieder mit Fructification und Deckrand. (*A* nach Mettenius; *G*, *H* nach Baker in Flor. Brasil.; sonst Original.)

Sect. I. *Eupteris* Diels. Seitenadern frei, höchstens nahe der Rippe zusammenstoßend und eine costale Maschenreihe bildend.

§ I. *Simplicipinnatae.* B. einfach gefiedert. Fiedern I. ungeteilt. **A.** Fiedern am Grunde keilig verschmälert: *P. opaca* J. Sm. (*Pycnodoria* Presl). B. mit kräftigem Stiele und 0,6—0,9 m langer Spreite, lederig. Fiedern I. ∞, gegenständig, lineal, ganzrandig. Aderung kaum vortretend. Philippinen. Die von Christ zugezogene Form von Celebes scheint erheblich verschieden. — *P. mollucana* Bl., von Malesien bis zu den Salomonsinseln, unterscheidet sich von voriger besonders durch deutliche Aderung. — **B.** Fiedern am Grunde gestutzt oder geöhrt: *P. longifolia* L. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele, 0,3—0,6 m langer, bis 0,2 m breiter, lederiger Spreite. Fiedern jederseits 20—30, die untersten kleiner werdend (Fig. 154, *B*). Weit verbreitet durch die wärmeren Länder der alten Welt, mediterran und gesamt-paläotropisch; ferner im nördlichen Teile des neotropischen Reiches. In Cultur. — *P. platysora* Bak. B. bis 2 m hoch, Sori breiter als bei voriger. Sumatra.

§ II. *Furcatopinnatae.* Untere Fiedern I. mit 1 — mehreren Fiedern II., namentlich auf der basiskopen Seite:

A. Fiedern, resp. Segmente II. 1—3 jederseits, resp. unterseits. — **Aa.** Spindel wenigstens im oberen Teile geflügelt: *P. umbrosa* R. Br. B. mit 0,3—0,5 m langem Stiele und 0,3 bis 0,6 m langer, 0,15—0,3 m breiter, kahler Spreite. Sterile Fiedern gesägt, die unteren gespalten. Ostaustralien. In Cultur. — *P. serrulata* L. f. Etwa ein Drittel kleiner als vorige, B. zarter, Flügel der Spindel wie die sterilen Fiedern spitz-gesägt. China, wärmeres Japan. Seit alters mit Vorliebe cultiviert und vielfach in wärmeren Ländern verwildert. — Verwandt, aber habituell sehr auffallend durch seine kleine Statur und die an *Actiniopteris* erinnernde Tracht ist *P. actiniopteroides* Christ an Felsen Südchinas. — **Ab.** Spindel nicht geflügelt: *P. cretica* L. Rhizom kriechend, dicht beblättert. B. an 0,15—0,3 m langem Stiele. Spreite 0,15—0,3 m lang, — 0,2 m breit, kahl, lederig. Fiedern jederseits 2—6, gegenständig, die sterilen breiter und gesägt, das unterste Paar meist 2—3spaltig (Fig. 154, *C, D*). Mediterrangebiet vom Südrande der Westalpen und Corsica ostwärts; Osthälfte Afrikas, Süd- und Ostasien allgemein, bis Polynesien verbreitet. Sandwichinseln. Nördliche Neotropen. Wohl am formenreichsten ist die Art in Südostasien. Dort auch mehrere Nebenarten, z. B. *P. dactylina* Hook., bedeutend kleiner als *P. cretica*. Fiedern I. nur 3—7, meist 5, dicht inseriert und daher das Blatt fast fingerförmig. Seitenadern etwas weiter von einander entfernt als dort. Osthimalaya selten, Westchina. Ähnlich *P. trifoliata* Christ aus Südchina. — *P. ensiformis* Burm. B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,15—0,3 m langer Spreite, sterile schärfer von den fertilen unterschieden als bei vorigen: sterile Fiedern II. länglich-verkehrteiförmig, gezähnt; fertile viel schmäler. Indo-malesisches Gebiet, im Osten von China bis Polynesien und Nordostaustralien. — Eine entsprechende Art Westindiens ist *P. mutilata* L.

B. Fiedern, resp. Segmente II. mindestens 5 jederseits, wenigstens bei den unteren Fiedern I.: *P. semipinnata* L. B. mit 0,3 m langem Stiele, 0,3—0,5 m langer, 0,15—0,2 m breiter, kahler Spreite. Fiedern I. basiskop stark gefördert: nur auf der basiskopen Seite tief fiederspaltig, auf der akroskopen fast ganz, die sterilen Segmente fein gesägt (Fig. 154, *E*). Hinterindien, Malesien, Ostchina, Japan. — Bei verwandten Formen ist auch die akroskope Seite der unteren Fiedern I. eingeschnitten, so bei *P. dispar* Kze. und der kleineren und bedeutend zierlicheren *P. distans* J. Sm. von Luzon.

§ III. *Bipinnatifidae.* Alle Fiedern I. tief fiederspaltig oder Blätter mehrfach gefiedert.

A. Spindel sehr breit geflügelt: *P. irregularis* Kaulf. B. mit 0,3—0,6 m hohem Stengel und 0,3—0,6 m langer, oft 0,3 m breiter, kahler Spreite. Isolierte Species, verbreitet in tiefschattigen Wäldern der Sandwichinseln.

B. Spindel schmal oder gar nicht geflügelt. — **Ba.** B. doppelt-gefiedert. Fiedern II. am Grunde schief-keilig verschmälert und etwas herablaufend: *P. marattiifolia* Hook. B. groß, kahl, vorn gesägt. Südchile. — **Bb.** B. doppelt- bis mehrfach fiederspaltig. Letzte Segmente mit breitem Grunde angewachsen. — **Bbα.** Fiedern und Segmente stumpflich, ganzrandig: *P. quadriaurita* Retz. B. mit 0,3—0,6 m langem Stiele. Spreite 0,15—1 m lang, 0,1—0,4 m breit, etwas lederig, kahl. Fiedern I. bis zur Rippe in lineal-längliche Segmente II. geschnitten. Seitenadern der Segmente frei oder nahe der Rippe anastomosierend (letztere Form die *P. biaurita* L.) (Fig. 154, *F*). Höchst variabele Art, über deren Polymorphie die größeren Farnwerke eine Fülle von Material enthalten. Verbreitung allgemein durch das gesamte paläotropische Gebiet und die ostasiatischen Subtropen, etwas seltener in Amerika. — *P. excelsa* Gaud., unterscheidet sich durch bedeutendere Dimensionen. Höhe oft 3 m. Zerteilung oft noch weiter vorgeschritten. Vom Himalaya durch Malesien bis zu den

Philippinen und Sandwichinseln. — *P. patens* Hook., ebenfalls bis 2 m hoch, zeigt Adernanastomose längs der Rippen (wie die var. *biaurita* des Typus). Ceylon, Malesien, Polynesien. — *P. paleacea* Roxb., ausgezeichnet durch große Schuppen am Blattstiele und kleinere an der Spindel. Gipfelhöhen von St. Helena. — *P. Croesus* Bory, leicht kenntlich an einem Wachsbelag der Unterseite, welcher als weißer Streifen die Sori einfasst. Etwas kleiner als *P. quadriaurita*. Gebirge auf Réunion. — **Bbβ.** Fiedern und Segmente oft spitzlich, die sterilen ± gesägt oder gezähnt. B. meist complicierter zusammengesetzt als bei **Bbα.** — **BbβI.** Sorusseite nach Art von *Cheilanthes* unterbrochen (*Schizopteris* Hill.): *P. Lydgatei* (Hillebr.) Christ, auf den Sandwichinseln, selten. — **BbβII.** Sorusreihe ununterbrochen. Australer Nebenzweig zu **Bbα**: *P. novae-caledoniae* Hook. B. mit 0,3 m langem Stiele und bis 3 m hoher beiderseits kahler, krautiger Spreite mit dunkelroter Spindel. Unterste Fiedern basiskop stark gefördert. Deckrand breit, häutig. Neucaledonien. — *P. flabellata* Thunb. Vom Aufbau der vorigen, doch kleiner (bis 1,2 m hoch). Segmente breit, lineal, etwa 5 cm lang, 1 cm breit. Sori schmal, unweit der Spitze der Segmente endigend. In den Waldgebieten Afrikas südlich der Sahara verbreitet, einer der schönsten Farne des Caplandes. Réunion. — Eine Nebenart mit einer Adernanastomose längs der Rippe ist *P. oligodictyon* Bak. von Innermadagascar. — *P. arguta* Ait., voriger sehr ähnlich, doch die Sori breiter und meist nur die untere Hälfte des Segmentrandes einnehmend. In Humus wurzelnd, an Bachrändern. Makaronesien, Westportugal. — *P. tremula* R.Br., complicierter zusammengesetzt als die beiden vorigen. Sori den Segmentrand fast bis zur Spitze einnehmend. In einigen Formen verbreitet in Ostaustralien, Neuseeland und den umliegenden kleinen Inseln. — *P. chilensis* Desv., vicariierend für vorige in Südchile und auf Juan Fernandez, schwach verschieden durch kürzere, breitere Segmente und etwas geringere Dimensionen.

§ IV. *Tripartitae.* Unterstes Fiedernpaar weit größer als die folgenden, oft allein so groß wie der gesamte Rest des Blattes. — Voriger Gruppe sehr nahestehend und nur graduell davon verschieden.

A. B. krautig. Meist paläotropisch. — **Aa.** Spreite am Grunde mit 4 quirligen Fiedern I.: *P. radicans* Christ. B. mit 1 m langem Stiele, 1,6 m langer Spreite. Fiedern wurzelnd. Celebes, bei 1200 m. — **Ab.** Spreite am Grunde mit 2 gegenständigen Fiedern I.: *P. longipes* Don. B. mit 0,3—0,6 m langem Stiele. Endfieder etwa 0,15 m lang, bis zur Costa fiederspaltig; dann zahlreiche Seitenfiedern, schließlich die beiden großen (etwa 0,3 m langen) Grundfiedern. Vom Osthimalaya und Ceylon bis Neuguinea, in mehreren Formen. — *P. brevisora* Bak., größer als vorige, Sori kürzer, Deckrand breiter. Kamerun, Fernando-Po, zwischen 1000 und 2000 m. — *P. mollis* Christ, Wälder Costaricas.

B. B. lederig. Neotropisch: *P. deflexa* Link. B. mit 0,6 m langem Stiele und 0,6—1,2 m langer Spreite, deren Grundfiedern I. bis 0,4 m lang werden. Letzte Segmente lineal-dreieckig, dicht gestellt, spitz, scharf-gesägt. Sori den Rand der Segmente fast bis zur Spitze begleitend. Antillen bis Peru, Bolivien, Argentina, Paraguay, Uruguay, sehr verbreitet. — *P. coriacea* Desv., von voriger durch kurzstachlige Spindel und Rippen zu unterscheiden, sonst außerordentlich ähnlich und wohl nur Vertreter in Gebirgslagen. Anden von Costarica bis Venezuela und Peru, in mehreren Formen. — *P. decomposita* Bak., ähnlich der letzten, aber die sterilen Fiedern letzter Ordnung schmäler als die fertilen und gezähnt. Anden Perus bei 3300 m.

Sect. II. *Heterophlebium* Fée (als Gatt.). Seitenadern in ihrer vorderen Hälfte häufig durch Anastomosen verbunden. — Tochtergruppe von *Eupteris* § *Simplicipinnatae.*

P. grandifolia L. B. mit 0,15—0,3 m langem, am Grunde rotwolligem Stengel. Spreite 0,3—0,6 m lang, einfach gefiedert, kahl, lederig. Fiedern I. lineal, ganzrandig, sitzend, die unteren bis 0,3 m lang. Sori oft den ganzen Fiederrand begleitend. Neotropisch: Mexiko, Antillen, Nordanden bis Peru. Erinnert stark an die beiden paläotropischen *Simplicipinnatae.*

Sect. III. *Litobrochia* Presl (als Gatt.). Seitenadern vielfältig anastomosierend, ein entwickeltes Maschennetz bildend (Fig. 154, *G, H*). — Parallelreihe zu *Eupteris.*

§ I. *Simplicipinnatae.* B. einfach gefiedert. Fiedern I. ungeteilt.

A. Seitenfiedern I. jederseits nur 1: *P. Vieillardii* Mett. B. mit 0,15—0,3 m langem, dunkelbraunem Stiele und dreilappiger, kahler Spreite, deren lineales Centralsegment etwa 0,15 m lang, die seitlichen kürzer sind. Fertile Spreite schmäler als die sterile. Bergwälder Neucaledoniens. Verwandtschaft noch zu untersuchen.

B. Fiedern I. jederseits mehrere. — **Ba.** Fiedern am Grunde keilig verschmälert: *P. splendens* Kaulf. B. mit 0,15—0,5 m langem Stiele und 0,5—0,6 m langer, lederiger,

kahler, glänzend grüner Spreite. Aderung deutlich. Deckrand schmal. Schattige Waldungen des nördlichen Südamerika. — *P. lanceaefolia* Ag. kleiner als vorige. Madagascar. — **Bb.** Fiedern am Grunde ± herzförmig, oft akroskop etwas geöhrt: *P. Mannii* Bak. B. sehr groß, von krautiger Textur. Tropisches Westafrika.

§ II. *Furcatopinnatae.* Untere Fiedern I. mit 1—mehreren Fiedern II., namentlich auf der basiskopen Seite.

A. Fiedern, resp. Segmente II. 1—3 jederseits, resp. unterseits: *P. denticulata* Sw. B. mit etwa 0,3 m langem Stengel und 0,3—0,6 m langer Spreite, die 0,2—0,3 m breit wird. Textur etwas lederig, Fläche kahl. Im Habitus Seitenstück zu *P. cretica.* Neotropisch von den Antillen durch Brasilien bis zum Gran Chaco verbreitet. — Mehrere andere neotropische Formen schließen sich ihr an, so z. B. *P. pulchra* Schlecht., in Mexiko heimisch. — **B.** Fiedern, resp. Segmente II. mindestens 5 jederseits, wenigstens an den unteren Fiedern I.: *P. macroptera* Link. Wälder Brasiliens.

§ III. *Bipinnatifidae.* Alle Fiedern I. tief-fiederspaltig oder Blätter mehrfach-gefiedert.

A. Segmente lineal-länglich, oft etwas sichelig gebogen. Parallelen zu *P. quadriaurita.* — **Aa.** B. beiderseits fein behaart: *P. decurrens* Presl. B. mit 0,3 m langem Stiele. Spreite 0,45—0,9 m lang, 0,3—0,4 m breit. Aderung fein, kaum vortretend. Deckrand gewimpert. Brasilien, Chile. — **Ab.** B. kahl: *P. Milneana* Bak. Dimensionen der vorigen, Tracht völlig die von *P. quadriaurita.* — *P. comans* Forst. Feiner zerteilt als vorige, in der Tracht stark an *P. tremula* erinnernd. Juan Fernandez, Ostaustralien, Norfolk, nördliches Neuseeland, in ähnlicher Form (*P. laevis* Mett.), auch auf Neucaledonien. — **B.** Segmente breit-länglich: *P. macilenta* Rich. Rhizom kurzkriechend. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele. Spreite 0,1—0,9 m lang, breit-dreieckig, zarthäutig, hellgrün. Prächtige, habituell etwas isolierte Art Neuseelands, besonders häufig in den Waldungen der Nordinsel.

§ IV. *Tripartitae.* Unterstes Fiederpaar weit größer als die folgenden, oft allein so groß, wie der gesamte Rest des Blattes. — Voriger Gruppe sehr nahestehend und nur graduell davon verschieden. Meist sehr große Arten.

A. B. über meterhoch. — **Aa.** Mittelfiedern und untere Seitenfiedern I. einfach fiederspaltig: *P. Fraseri* Mett. Rhizom aufrecht. B. mit 1—2 m langem Stiele und 2 m im Durchmesser haltender, dünnkrautiger, kahler Spreite. Segmente nur etwa $^2/_3$ tief eingeschnitten (die Rippen daher breit geflügelt), ganzrandig. Anden von Ecuador bis 2000 m hoch. — **Ab.** Mittelfieder und untere Seitenfieder I. 2—3 fach fiederspaltig: *P. aculeata* Sw. B. mit 0,6—0,8 m hohem, oft rauhem Stiele und großer, krautiger, kahler Spreite. Endfieder bis 0,3 m lang. Seitenfiedern I. zahlreich (Fig. 154, *G, H*). In neotropischen Waldgebieten von Mexiko und Westindien südwärts nach Bolivien und Südbrasilien. Mehrere noch größere Nebenarten in den tropischen Anden. ≈ *P. podophylla* Sw. B. mit 1,2 m langem, oft kurzstachligem Stiele und sehr umfangreicher, lederiger Spreite. Fiedern II. in sehr zahlreiche, länglich-dreieckige, fein gesägte Segmente zerschnitten. Aderung wenig vortretend. Antillen und tropische Anden von Mexiko bis Ecuador. — Andere nahe verwandte Arten in derselben Region, oft von sehr bedeutenden Dimensionen des Laubes. — *P. marginata* Bory. Altweltlicher Vertreter der vorigen. Fiedern regelmäßig kammförmig eingeschnitten. Textur meist krautig. Aderung fein, ziemlich deutlich. Allgemein verbreitet im paläotropischen Reiche. — *P. yunnanensis* Christ. B. oft 2 m hoch. Südchina.

B. B. meist kleiner als 0,5 m, compliciert zusammengesetzt: *P. leptophylla* Sw. Rhizom aufrecht. B. mit 0,15—0,25 m langem Stiele und 0,2—0,3 m im Durchmesser haltender, dreieckiger, kahler Spreite. Segmente der sterilen B. scharf grannig-gesägt. Seitenadern zuweilen ganz frei, gewöhnlich aber 1—2 Maschenreihen bildend. Deckrand nicht bewimpert. Antillen, Columbien, Brasilien.

82. **Histiopteris** Agardh. Fructification ähnlich *Pteris* (Fig. 153, *G*), aber Sporen bilateral, mit 1 Leiste. — Fiedern niemals basiskop gefördert, zwei- bis dreifach fiederspaltig, resp. -gefiedert. Rhizom lang kriechend, behaart. B. mit gegenständigen Segmenten. Das unterste Segment oft kleiner als die übrigen und von ihnen entfernt, nebenblattartig (Fig. 153, *F*).

H. incisa (Thunb.) Ag. (*Pteris aurita* Bl.). B. entfernt gestellt, oft schlingend, bis 10 m lang, gestielt, 0,3—2 m breit, im Alter etwas lederig, unterseits oft bläulich bereift. Aderung wechselnd, Seitenadern frei bis reich anastomosierend. Verbreiteter Farn in den ganzen Tropen und auf der südlichen Halbkugel sie polwärts weit überschreitend; in den Gebirgen oft hoch hinaufgehend und dort sehr reduciert.

83. **Lonchitis** L. (incl. *Antiosorus* Roem.). Sori meist die Buchten zwischen den Lappen einnehmend, im übrigen wie bei *Pteris* (Fig. 155). Indusium dem Sorus gleichgeformt. — B. 2—3fach fiederspaltig. Segmente meist stumpf. Indument aus Spreuhaaren bestehend. Seitenadern anastomosierend.

Den Unterschied zwischen *Lonchitis* L. und *Pteris* fasst Hooker in folgende Worte: »Bei *Lonchitis* liegt das Centrum des Sorus, sei er lang oder kurz, gerade in der Achsel der Bucht und erstreckt sich von dort längs des Randes beiderseits aufwärts. Bei *Pteris* nimmt der Sorus an der Seite der Lappen seinen Ursprung und erstreckt sich von dort eventuell bis zur Achsel.« Wie ein Blick auf Fig. 155 lehrt, ist diese Auffassung unwahrscheinlich, soweit sie die Phylogenie der *Lonchitis*-Stellung beleuchten soll. Vielmehr ist eine Ableitung des *Lonchitis*-Typus von *Pteris* sehr wahrscheinlich, wenn auch die habituellen Unterschiede eine Vereinigung nicht rätlich machen.

A. Sori die Achsel der Randbuchten oft frei lassend: *L. hirsuta* L. (*Pteris laciniata* Willd., Hk.Bk.). B. mit 0,3 m langem, starkbehaartem Stiele und 0,6—1,2 m langer, 0,3—0,6 m

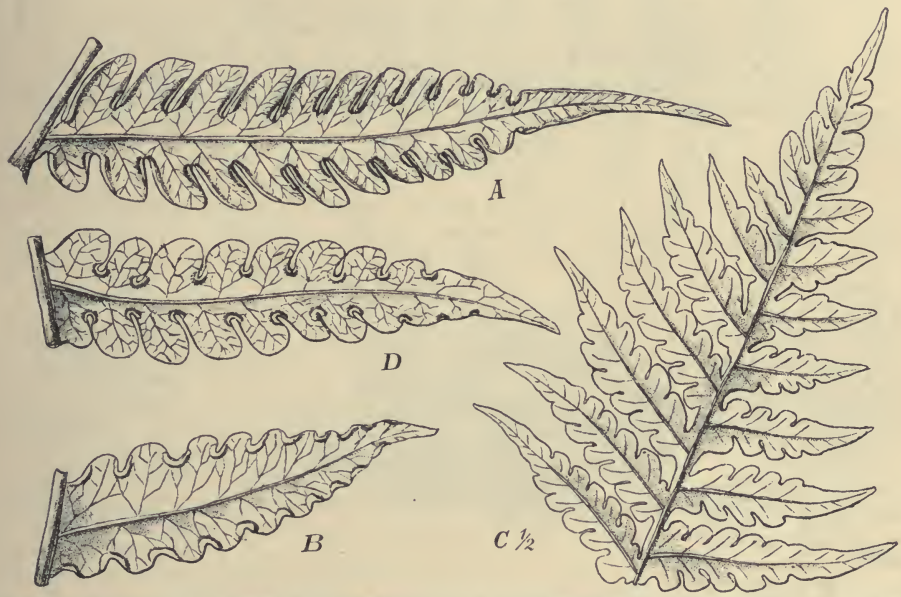


Fig. 155. *Lonchitis* L.: *A L. hirsuta* L.: fertile Fieder II.; *B L. occidentalis* Bak.: fertile Fieder II.; *C, D L. pubescens* Willd.: *C* Ende einer Fieder I.; *D* fertile Fieder II. (Original.)

breiter, dreieckiger, dreifach-fiederspaltiger Spreite von krautiger Textur, mit behaarten Flächen. Letzte Segmente breit-elliptisch (Fig. 155, *A*). Von den Antillen und Mexiko südlich bis Peru und Nordbrasilien.

B. Sori die Achseln der oberen Randbuchten meist besetzend, die der unteren oft noch freilassend: *L. Lindeniana* Hook. Stärker behaart als vorige. Letzte Segmente mehr dreieckig. Nördliche tropische Anden. — *L. occidentalis* Bak. Dimensionen und Habitus der vorigen, aber B. nahezu kahl. Adern nur wenig anastomosierend, daher wenig entwickelte Maschenbildung (Fig. 155, *B*). Tropisches Westafrika, Madagascar. — *L. Currori* (Hook.) Kuhn. (*Pteris C.* Hk.Bk.) Sehr groß, Fiedern l. tief gelappt. Textur krautig. Aderung reichlich anastomosierend. Westafrikanisches Waldgebiet.

C. Sori stets die Achseln der Randbuchten besetzend: *L. pubescens* Willd. Dimensionen der vorigen, B. aber oft noch weiter gegliedert: Segmente III. ± tief gelappt. Adern reich anastomosierend, ein unregelmäßiges Netzwerk sechsseitiger Maschen bildend. Im Grade der Blattteilung und seiner Behaarung ziemlich variabele Art (Fig. 155, *C, D*). Verbreitet durch die Bergländer des tropischen Afrika südlich vom Kilimandscharo allgemein, an der Ostküste bis Knysna (33° s. Br.) polwärts. Im madagassischen Gebiete fast auf allen Inseln. In Cultur.

84. **Pteridium** Gled. (*Ornithopteris* Agardh pt., *Aquilina* Presl). Sori lang linienförmig, nahe dem Rande auf dem Verbindungsstrange der Adernenden, von zwei Indusien eingehüllt. Extrorses Indusium von der Form des Sorus, zart, einschichtig, aus sehr schmalen Zellen bestehend, die am Rande z. T. in Wimpern auswachsen. Introrses Indusium außen vom Receptaculum, nach Burck aus Epidermiszellen der Blattoberseite, entstehend, derber als das extrorse, Sorus und extrorses Indusium bedeckend, ebenfalls meist gewimpert (Fig. 156, *A*). Paraphysen fehlend. Sporen tetraëdrisch-kugelig. — Rhizom mit Spreuhaaren besetzt, innen durchzogen von 2 centralen Hauptsträngen und peripherisch darum gelagerten, durch Stereomplatten davon getrennten Nebensträngen. Blattstiel mit mehreren (10—12) gesonderten Leitbündeln. B. gereiht. Spreite doppelt- bis dreifach-gefiedert. Adern meist frei, doch auch ± anastomosierend.

1 fast kosmopolitische Art.

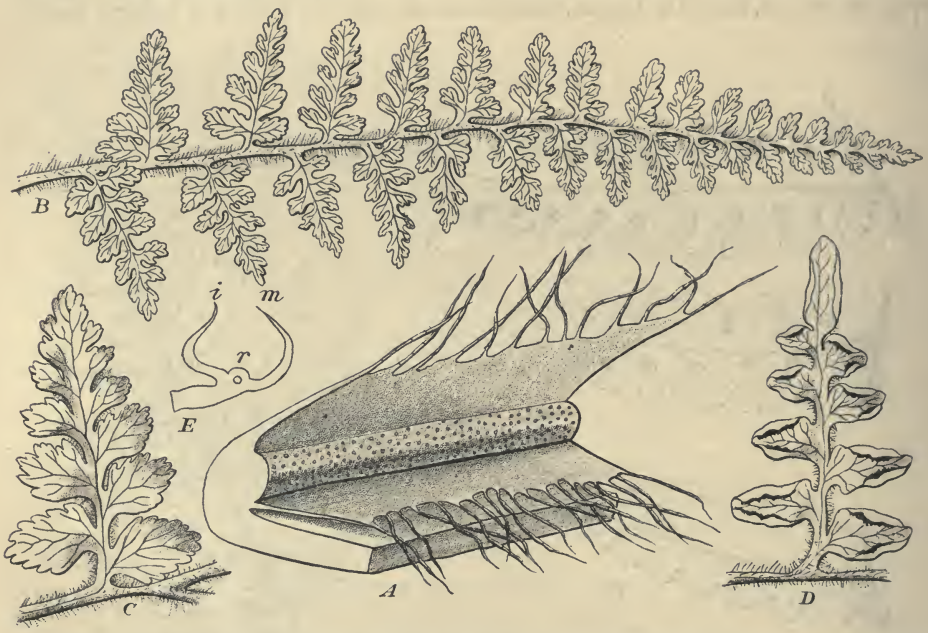


Fig. 156. *A Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn: Receptaculum mit beiden Indusien. — *B—E Paesia viscosa* St. Hil. *B* Fieder I.; *C, D* Fiedern II.: *C* sterile, *D* fertile; *E* Schema der Fructification, *m* introrses Indusium (Deckrand?), *r* Receptaculum, *i* extrorses Indusium. (*A* nach Luerssen; *B—E* nach Mettenius.)

Litteratur: Mettenius, Über einige Farngattungen: III. Über die mit einem Schleier versehenen Arten der Gattung *Pteris*. — Abhandl. Senckenberg. naturforsch. Gesellschaft zu Frankfurt a. M. II. (1858).

P. aquilinum (L.) Kuhn (»Adlerfarn«). Rhizom verzweigt, weit kriechend (vgl. Fig. 20 S. 41). B. mit 0,07 bis 0,2 m langem Stiele und etwa 0,1—2 m langer, meist dreieckiger, doppelt- bis dreifach-gefiederter Spreite von derbkrautiger Textur mit kahlen oder ± behaarten Flächen. Untere Fiedern I. lang gestielt, obere sitzend. Segmente III., resp. IV. kammförmig gestellt, sitzend. Blattränder oft zurückgerollt. — Fehlt nur den Polarländern und extremen Trockengebieten, sowie dem gemäßigten Südamerika, sonst vielleicht der verbreitetste aller Farne, der in vielen Gebieten ganze Formationen charakterisiert. Er steigt in dem schottischen Hochlande bis 600 m, in den Alpen bis 1700 m, am Himalaya und auf den Gebirgen Abessiniens bis etwa 2500 m. Schmälere, am Grunde herablaufende Segmente III., resp. IV. charakterisieren die Varietät *P. esculentum* (Forst.), welche besonders die südliche Hemisphäre bewohnt. In Südafrika herrscht eine Form mit kürzeren Segmenten (*Pteris capensis* Thunb.). — Das Rhizom wird seines Stärkegehalts wegen in manchen Ländern verbraucht: so bereitet man auf Teneriffa davon das »Helechobrot«; namentlich aber für die Maoris Neuseelands bildete es einst das Hauptnahrungsmittel. Auch der Kaligehalt der Pflanze wird ab und zu ausgebeutet.

Fossil wurde *Pteridium aquilinum* in diluvialen Süßwasser-Tuffen gefunden. (H. Potonié.)

85. **Paesia** St. Hil. (*Ornithopteris* Agardh pt.). Sori auf intramarginalem Verbindungsstrange der Adernenden. Introrses randständiges Indusium die Soruslinie überdachend. Paraphysen fehlen. Extrorses Indusium zuweilen verkümmert. Sporen bilateral (Fig. 156, *C—E*). — Rhizom kriechend. B. entfernt. Blattstiel mit 1 halbcylindrischen Leitbündel. Sterile Segmente am Rande gezähnt oder gesägt, fertile zurückgerollt.

3 Arten, 1 neotropisch, die beiden anderen in Neuseeland, bezw. Polynesien.

Litteratur: Mettenius in Abhandl. Senckenb. Naturf. Gesellsch. II (1858) S. 276 ff.

A. Segmente letzter Ordnung oval, stumpf, tief gelappt (Fig. 156, *C, D*): *P. viscosa* St. Hil. Rhizom kletternd, dicht beschuppt. B. mit 0,3 m langem, oft schlingendem Stiele und großer, dreifach gefiederter Spreite, überall drüsig-klebrig. Unterste Fiedern I. 0,3—0,6 m lang. Textur dünn lederig (Fig. 156, *B—D*). Felsen in Wäldern der Antillen, der nördlichen Anden bis Brasilien (Prov. Minas). — **B.** Segmente letzter Ordnung länglich, gezähnt: *P. scaberula* (Rich.) Kuhn. Rhizom weit kriechend. B. mit 0,15—0,3 m langem, rauhem Stiele. Spreite 0,3—0,5 m lang, 0,15—0,25 m breit. Untere Fiedern I. 0,1—0,2 m lang. Textur lederig. Sehr zierliche Art, in Neuseeland in Waldungen verbreitet. — *P. rugulosa* (Hook.) Kuhn, größer als vorige und in der Textur weicher. Gesellschaftsinseln.

VII. Vittarieae.

Sori randständig oder auf Adern parallel zur Mittelrippe, länglich bis lineal. — B. ungegliedert dem Rhizome angefügt. Spreite meist ungeteilt und ganzrandig. In der Epidermis einzelne dickwandige Spicularzellen (Fig. 157, *A*).

1. Vittariinae.

Sori eine einzige continuierliche, der Rippe parallele Linie bildend.

A. Sori an oder auf der Mittelrippe, oft von Vorwölbungen des Blattgewebes ± überdacht **86. Monogramme.**

B. Sori auf intramarginalem Verbindungsstrange der Seitenadern. Indusium extrors oder 0 **87. Vittaria.**

2. Antrophyinae.

Sori auf den Seitenadern längs verlaufend, mehrere ± unterbrochene Linien bildend.

A. Sori nur auf den Adern.

a. B. dichotom eingeschnitten, Aderung frei, fächerig . . . . **88. Hecistopteris.**

b. B. ± ganzrandig, Aderung nach V. Doodyae . . . . . **89. Antrophyum.**

B. Sori aus wenigen zerstreuten Sporangien bestehend, auch auf dem Parenchym **90. Anetium.**

VII. 1. Vittarieae-Vittariinae.

Sori eine einzige continuierliche, der Rippe parallele Linie bildend.

86. **Monogramme** Schk. (incl. *Cochlidium* Kaulf., *Diclidopteris* Brack., *Pleurogramme* Presl, *Vaginularia* Fée). Sori lineal oder länglich, in verschiedener Weise inseriert, entweder auf der Rippe selbst oder seitlich davon, meist von Vorwölbungen des Blattgewebes involucrumartig überdeckt (Fig. 47, *A*, S. 68). — Rhizom kriechend. B. gebüschelt oder zerstreut, lineal, grasartig, kahl, entweder nur die Mittelrippe oder außerdem einige Adern I. enthaltend. — Prothallien nach Goebel ähnlich wie bei *Vittaria* (s. S. 19 f., Fig. 13) — (Fig. 157, *A—G*).

Sehr kleine, rasige Pflanzen, vegetativ von allen Farnen am einfachsten gebaut, im Habitus an *Pilularia* erinnernd. Etwa 10 tropische Species. — Die meisten Arten sind erst mangelhaft bekannt, und manche theoretischen Fragen der Fructifications-Organisation bedürfen noch der Klärung.

Sect. I. *Eumonogramme* Hook. B. am Rhizom zerstreut stehend. Nur die Mittelrippe vorhanden.

A. Sori auf der Mittelrippe inseriert. — **Aa.** Sori kaum überwölbt: *M. graminoides* (Sw.) Bak. (*Cochlidium* Kaulf.) B. bis 3 cm lang, einfach oder gegabelt. Neotropisch von den Antillen bis Chile, ferner auf St. Helena. — **Ab.** Sori beiderseits durch eine Vorwölbung des Blattgewebes überdacht: *M. rostrata* Hook. Rhizom ziemlich dick. B. 0,1—0,15 m lang, fest, in einen etwa 2 cm langen Stiel verschmälert, die fertilen in der oberen Hälfte etwas ge-

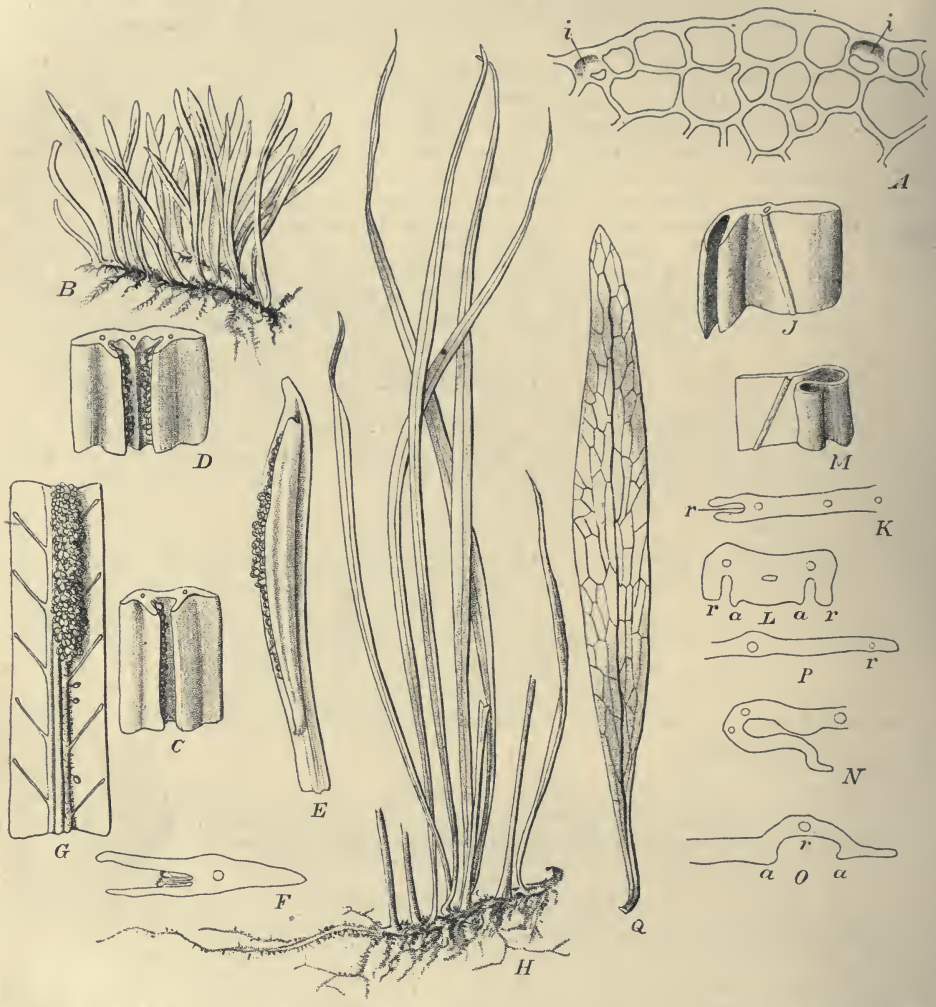


Fig. 157. *A—G Monogramme* Schk. *A—D M. paradoxa* (Fée) Bedd.: *A* Teil des Querschnittes durch ein Blatt, bei *i* die Spicularzellen; *B* Habitus; *C*, *D* Teil eines Blattes stärker vergrößert: *C* mit einseitiger, *D* mit doppelseitiger Soruslinie; *E*, *F M. dareicarpa* Hook.: *E* Teil eines Blattes, *F* Querschnitt durch die Hälfte des Blattes; *G M. seminuda* (Willd.) Bak.: Teil eines Blattes mit Aderung und Soris. — *H—Q Vittaria* Sm.: *H—K V. elongata* Sw.: *H* Habitus, *J* Teil der Hälfte eines Blattes, *K* Querschnitt durch die Hälfte des Blattes. *L V. lineata* Sw.: Blattquerschnitt. *M—O V. scolopendrina* Mett.: *M* Teil der Hälfte eines Blattes, *N* halber Blattquerschnitt, wenn die Sori noch jung, *O* desgl., wenn die Sori reif; *P V. remota* Fée: halber Blattquerschnitt; in *K—P* bedeutet *r* Receptaculum, *a* reduciertes Indusium? — *Q V. angustifolia* (Sw.) Diels: Blatt mit Aderung. (*A*, *J—P* nach Luerssen; *B—G* nach Hooker; *H*, *Q* Original.)

schwollen und in einer Furche die Sori tragend. Nicaragua. — *M. trichoidea* J. Sm. (*Vaginularia* Fée). Rhizom sehr zart. B. bis 0,1 m lang, haarfein, die fertilen zwei- bis dreimal angeschwollen und dort die Sori tragend. Philippinen.

B. Sori seitlich von der Mittelrippe inseriert. — **Ba.** Blattgewebe beiderseits der Rippe vorgewölbt: *M. paradoxa* (Fée) Bedd. (*M. Junghuhnii* Hook., *Vaginularia* emend.

Mett., *Diclidopteris* Brack.). Rhizom kriechend, filzig und beschuppt. B. dicht-rasig, 0,05 bis 0,3 m lang. Sori in einer Furche geborgen, oft längs der ganzen Mittelrippe (Fig. 157, *D*), oft nur einseitig (Fig. 157, *C*), (Fig. 157, *A—D*). Paläotropisch von Ceylon durch Malesien bis Nordaustralien, Polynesien, Sandwichinseln. — Ob hierher auch *Pleurogramme robusta* Christ von Südchina? — Bedeutend kleiner ist *M. graminea* Schk. von den Mascarenen; auch von Südafrika angegeben, doch niemals bestätigt. — **Bb.** Blattgewebe nur auf der fertilen Seite der Mittelrippe indusiumartig vorgewölbt (Fig. 157, *E*): *M. dareicarpa* Hook., vom Habitus des vorigen (Fig. 157, *E, F*). Labuan auf Borneo. Angeblich auch auf Neuguinea.

Sect. II. *Pleurogramme* Presl. B. gebüschelt. Außer der Mittelrippe einige Seitenadern vorhanden.

A. Fertiler Teil der Spreite zusammenhängend (Fig. 157, *G*): *M. seminuda* (Willd.) Bak. Rhizom kurz, ziemlich dick, beschuppt. B. fast sitzend, dicht rasig, 0,05—0,15 m lang, ziemlich fest. Sori beiderseits von der Rippe, meist auf die obere Blatthälfte beschränkt, häufig von den etwas gebogenen Blatträndern etwas überwölbt (Fig. 157, *G*). Felsen und Baumstämme des tropischen Amerika, besonders in bergigen Gegenden verbreitet.

B. Fertiler Teil der Spreite unterbrochen durch sterile Strecken: *M. interrupta* Bak. B. mit kahlem, 5—7 cm langem Stiele. B. 2—4 cm lang, dick lederig. Adern sehr undeutlich. Sori zwischen Rippe und Rand den ganzen Raum füllend. M. Yule auf Neuguinea.

87. **Vittaria** Sm. (incl. *Aristaria* Müll., *Haplopteris* Presl, *Parenchymaria* Müll., *Pteropsis* Desv., *Runcinaria* Müll., *Taeniopsis* J. Sm., *Taeniopteris* Hook.). Sori auf intramarginalem Verbindungsstrange der Adernenden gelegen. Indusium extrors, oft fehlend. Deckrand ausgebildet (Fig. 47, *B* (S. 68); Fig. 157, *J—P*). — B. gebüschelt, ungeteilt, lineal. Blattstiel (ob immer?) gegliedert dem Rhizome angefügt. Seitenadern aller B. durch intramarginalen Verbindungsstrang anastomosierend. Prothallien unregelmäßig verzweigt, mit mehreren Archegoniengruppen und zahlreichen Brutknospen (vgl. S. 19 ff., Fig. 13, Goebel in Ann. Jard. Buitenz. VII, 78 ff.).

Epiphyten der tropischen Waldungen, 10—20 Arten von schwieriger Abgrenzung.

Folgende Übersicht giebt die Einteilung Luerssen's (Filices Graeffeanae p. 77 ff.), dessen Ausführungen l. c. näheres enthalten. Er fasst die Species viel weiter als Fée in einer Monographie (Mém. fam. Foug. III p. 14).

Sect. I. *Euvittaria* Hook. Indusium dem Deckrande genau gleichwertig entwickelt und mit ihm eine zweilippige Furche bildend (Fig. 157, J). Seitenadern frei: *V. elongata* Sw. B. 0,15—0,5 m lang, etwa 8 mm breit, vorn zugespitzt oder abgestumpft, etwas lederig. Seitenadern einfach, ± eingesenkt (Fig. 157, *H*). Polymorphe Species der gesamten Paläotropen. — Eine viel kleinere Nebenart ist *V. sikkimensis* Kuhn, gemein von Sikkim zum nördlichen Hinterindien.

Sect. II. *Taeniopsis* J. Sm. (*Haplopteris* Presl). Indusium ± reduciert, nie dem Deckrand gleich entwickelt. Seitenadern frei (Fig. 157, *L—O*).

§ I. *Lineatae* Luerss. B. relativ dick. Sorus in tiefer, meist schmaler Furche. Receptaculum meist schmal (Fig. 157, L). — **Aa.** Indusium noch angedeutet: *V. lineata* Sw. Seitenadern entfernt, die unteren oft rechtwinkelig abstehend. Im ganzen neotropischen Reiche. In Cultur. — *V. stipitata* Kze. B. meist größer, Seitenadern stark spitzwinkelig aufsteigend. Nördliches Südamerika. — **Ab.** Indusium nicht angedeutet: *V. isoetifolia* Bory. B. sehr schmal, lineal. Sorusfurche sehr schmal. Südafrika, Mascarenen. — *V. filifolia* Fée, noch schmäler als vorige, Sorusfurche schief gestellt. Tropisches Centralamerika, Venezuela.

§ II. *Scolopendrinae* Luerss. (*Taeniopteris* Hook.). B. relativ dünn. Sorus in breiter, oberseits als flache Wölbung vortretender Furche. Receptaculum breit. Deckrand anfangs zurückgeschlagen und den jungen Sorus einhüllend, später flach (Fig. 157, *M—O*): *V. scolopendrina* Mett. Größer als vorige. B. bis 0,5 m lang. Paläotropisch von Südostafrika bis zu den Fiji- und Samoainseln.

§ III. *Remotae* Luerss. Sorus in flacher, oberseits kaum vortretender Furche. Receptaculum breit. Rand flach (Fig. 157, *P*): *V. remota* Fée. B. lanzettlich, lang gestielt, derb. Mittelrippe deutlich. Sorus etwa $^1/_3$ der Blattbreite vom Rande entfernt. Antillen, nördliches Südamerika. — *V. Gardneriana* Fée. Sorus etwas in der Mitte zwischen Rippe und Rand. Brasilien: Serra dos Orgaos.

Sect. III. *Pteropsis* Desv. (als Gatt.). Indusium fehlt. Seitenadern reichlicher anastomosierend (Fig. 157, *Q*): *V. angustifolia* (Sw.) Diels. (*Taenitis* a. R. Br., Hk. Bk.) B. mit 0,3—0,5 m langer, lederiger Spreite, kurzgestielt. Aderung aus 2—3 Reihen senkrecht stehender Maschen bestehend. Sori nahe dem Rand. Antillen, nördliches Südamerika, Galapagosinseln.

VII. 2. Vittarieae-Antrophyinae.

Sori auf den Seitenadern längs verlaufend, mehrere ± unterbrochene Linien bildend.

88. **Hecistopteris** J. Sm. (*Gymnogrammis* sp. autt. et Hk. Bk.). Sori fast die ganze Länge der Adern (außer der Spitze) einnehmend, mit Paraphysen. Sporen rund. — Rhizom mit kriechenden Wurzeln versehen, an denen Adventivsprosse entstehen. B. gebüschelt, ungeteilt oder schmal keilig-fächerförmig, in der vorderen Hälfte dicho-

Fig. 158. *A—C Hecistopteris pumila* (Spreng.) J. Sm.: *A* Habitus, *B* Blatt von der Rückseite mit Aderung und Soris, *C* Prothallium. — *D Antrophyum ensiforme* Hook.: Habitus; *E Antrophyum Mannianum* Hook.: Teil des Blattes mit Aderung und Soris. (*B* nach Fée; *C* nach Goebel; *D* nach Hooker; *E* nach Baker in Flor. Bras.; *A* Original.)

tom eingeschnitten (Fig. 158, *B*). Adern einfach oder fächerig-gegabelt; eine Mittelrippe kaum wahrnehmbar.

Sehr zierliche Epiphyten, die kleinsten aller Polypodiaceen. — Monotypische Gattung der nördlichen Neotropen.

Litteratur: E. Goebel, Archegoniatenstudien 8. *Hecistopteris*, eine verkannte Farngattung, Flora LXXXII (1896) p. 67 ff.

H. pumila (Spreng.) J. Sm. B. rasig, sitzend, 3—5 cm lang, am Grunde mit einigen Spreuschuppen, sonst ganz kahl, zart häutig (Fig. 158, *A*). In feuchten Urwäldern zwischen Moos an Baumstämmen. Von Westindien und Guatemala über Panama nach Guiana und Nordbrasilien.

89. **Antrophyum** Kaulf. (incl. *Polytaenium* Desv., *Scoliosorus* Moore, *Solenopteris* Wall.). Sori die Adern, namentlich die horizontalen, völlig einnehmend, oft verschmelzend und netzförmig. — B. gebüschelt, ungeteilt, ganzrandig, etwas fleischig. Adern

nach V. Doodyae zu mehreren Maschenreihen anastomosierend (Fig. 158,*E*). Die Epidermiszellen (besonders die Spicularzellen) besitzen starke Kieselsäure-Imprägnationen in ihren Wänden.

Durch die gesamten Tropen verbreitete schwierige Gattung mit 15 sehr nahestehenden Arten, die meist an feuchten Felsen und epiphytisch an Stämmen leben. Ihre Abgrenzung bedarf näherer Untersuchung. Nach oberflächlichen Merkmalen gestaltet sich der Überblick wie folgt:

A. Sori in Furchen ± eingesenkt. — **Aa.** Mittelrippe unsichtbar: *A. plantagineum* (Cav.) Kaulf. B. 0,15—0,25 m lang, bis 5 cm breit, spitz, nach unten in einen 2—10 cm langen Stiel verschmälert. Paläotropisch von Ceylon und Osthimalaya bis Polynesien. — *A. reticulatum* Kaulf., voriger ganz ähnlich, aber durch stark vortretende Aderung ausgezeichnet. Verbreitung ähnlich. — *A. coriaceum* Wall. B. fast sitzend, sehr dick. Vom Osthimalaya und Südchina bis Malesien. — **Ab.** Mittelrippe deutlich. — **Abα.** B. in der oberen Hälfte am breitesten, dem Grunde zu keilig verschmälert: *A. semicostatum* Bl. Epiphyt der Gebirgswälder. Paläotropisch von Ceylon östlich bis Ostaustralien und Polynesien. — **Abβ.** B. lineal: *A. lineatum* Kaulf. (*Polytaenium* Desv.), vom Habitus einer *Vittaria*, B. nur etwa

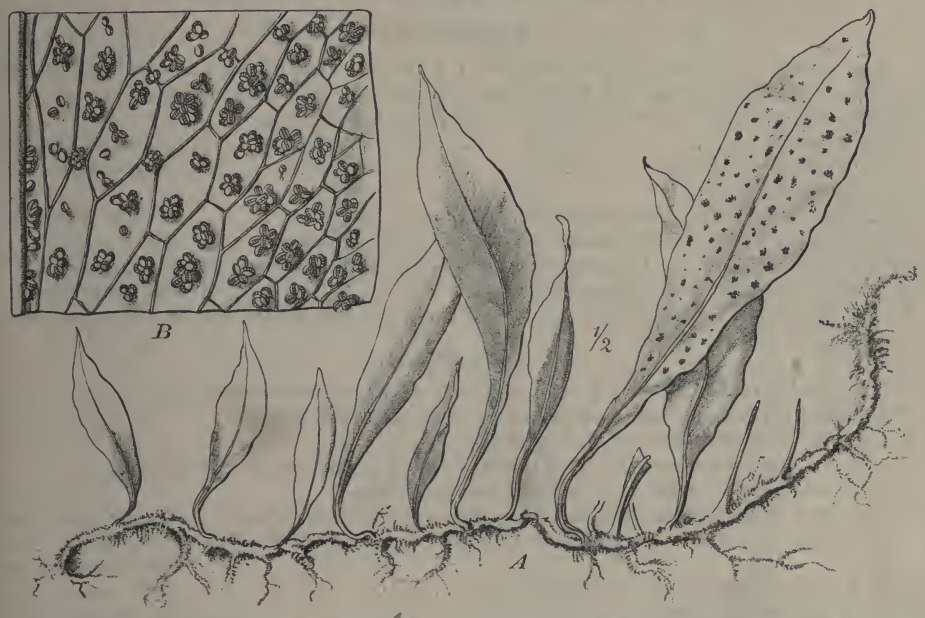


Fig. 159. *Anetium citrifolium* (L.) Splitg.: *A* Habitus, *B* Teil der Hälfte eines Blattes mit Aderung und Soris. (Original.)

1 cm breit. Sori in 2—3 fast zusammenhängenden Linien parallel zur Rippe. Im ganzen neotropischen Reiche. — *A. vittarioides* Bak., noch schmäler als vorige, Sori nahe dem Rande. Tonkin.

B. Sori nicht eingesenkt. — **Ba.** Mittelrippe deutlich. — **Baα.** Aderungsmaschen senkrecht gerichtet: *A. lanceolatum* Kaulf. B. 0,3 m und länger. Adernmaschen etwa 3 Reihen zwischen Rippe und Rand. Mittelamerika, Columbien, angeblich auch in Brasilien. In Cultur. — **Baβ.** Aderungsmaschen schief gerichtet: *A. subsessile* Kunze (*A. cayennense* Kaulf.). Mittel- und nördliches Südamerika. — **Bb.** Mittelrippe kaum sichtbar. — **Bbα.** B. fast sitzend: *A. ensiforme* Hook. (*Scoliosorus* Moore.) Maschenreihen 3—4 zwischen Rippe und Rand, oft sehr undeutlich, Sori schief, lineal-wurmförmig (Fig. 158, *D*). Mittelamerika. — *A. giganteum* Bory. Größer als vorige. B. bis 0,5 m lang und 8 cm breit, mit knorpeligem Rande. Mascarenen. — **Bbβ.** B. lang gestielt: *A. Mannianum* Hook. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele und ebenso langer, bis 0,15 m breiter, verkehrt-eiförmiger oder rundlicher, zugespitzter, zarter Spreite (Fig. 158, *E*). Waldgebiete des tropischen Afrika. — *A. latifolium* Bl., etwas kleiner als vorige,

B. schmäler. Vom Osthimalaya und Südchina nach Malesien, an feuchten Felsen und Baumrinden.

90. **Anetium** Spltg. (*Hemionitis* sp. autt. et Hk.Bk.). Sori äußerst klein, nur aus wenigen Sporangien gebildet, regellos über die gesamte Blattfläche zerstreut, sowohl auf den Adern wie auf dem Parenchym (Fig. 159, *B*). — B. entfernt, gereiht. Adern nach V. Doodyae in mehreren Maschen ohne blinde Äderchen anastomosierend.

Isolierte, monotypische Gattung der nördlichen Neotropen.

A. citrifolium (L.) Spltg. (*Hemionitis c.* Hk.Bk.) Rhizom kriechend. B. mit flachem Stiele und hängender, 0,15—0,8 m langer, 0,02—0,1 m breiter, länglich-elliptischer, ganzrandiger, dicker, aber schlaffer Spreite. Aderungsmaschen senkrecht, sechseckig (Fig. 159). Epiphyt der Antillen und des nördlichen Südamerika.

VIII. Polypodieae.

Sorus dorsal oder terminal, meist begrenzt, ohne tracheïdenführendes Receptaculum, zuweilen eingesenkt. Indusium fehlend. — Blattstiel gegliedert dem Rhizom eingefügt. Blattabschnitte fast stets gleichseitig entwickelt. Aderung fiederig.

1. Taenitidinae.

Sori lineal an einem auf besonderer Adernanastomose entwickelten Receptaculum, zuweilen auf das Parenchym übergreifend. Aderung fiederig.

A. B. monomorph oder dimorph. Fertile B. ± zusammengezogen.
- a. B. ungeteilt . . . . . 91. **Drymoglossum.**
- b. B. dichotom verzweigt . . . . . 92. **Dicranoglossum.**
- c. B. einfach-gefiedert.
  - α. Sori in der Mitte zwischen Rippe und Rand. . . . . 93. **Taenitis.**
  - β. Sori die fertile Spreite unterseits zuletzt völlig bedeckend . . 94. **Platytaenia.**

B. B. monomorph, aber die Blattspreite an der Spitze fertil und dort zusammengezogen.
- a. Sori randständig (oder intramarginal) . . . . . 95. **Heteropteris.**
- b. Sori den fertilen Blattabschnitt unterseits zuletzt völlig bedeckend 96. **Hymenolepis.**

2. Polypodiinae.

Sori rund bis länglich, ohne auf besonderer Anastomose entwickeltes Receptaculum. Fertile Blattteile zuweilen zusammengezogen. Aderung meist fiederig.

A. Besondere »Nischenblätter« (s. S. 49) fehlen.
- a. Sori an den Adern dorsal, selten terminal, nicht nach oben umgeschlagen.
  - α. B. mit haarförmigen oder lanzettlichen Schuppen.
    - I. Sori oberflächlich oder in schüsselförmige Grube versenkt. . 97. **Polypodium.**
    - II. Sori in eine nur durch engen Querspalt nach außen mündende Höhlung versenkt 98. **Enterosora.**
  - β. B. mit schildförmigen Spreuschuppen . . . . . 99. **Lepicystis.**
  - γ. B. mit Sternhaaren . . . . . 100. **Niphobolus.**
- b. Sori am Adernende randständig, eingesenkt, nach der Oberseite umgeschlagen. Fertile Segmente des B. etwas zusammengezogen . . . . . 101. **Lecanopteris.**
- c. Sori dorsal, von den Adern auf das Parenchym übergreifend. Fertile Segmente des B. fast bis auf die Rippe zusammengezogen.
  - α. B. fiederspaltig . . . . . 102. **Dryostachyum.**
  - β. B. gefiedert . . . . . 103. **Photinopteris.**

B. Besondere Nischenblätter vorhanden. . . . . 104. **Drynaria.**

VIII. 1. Polypodieae-Taenitidinae.

Sori lineal an einem auf besonderer Adernanastomose entwickelten Receptaculum, zuweilen auf das Parenchym übergreifend. Aderung fiederig.

91. **Drymoglossum** Presl (incl. *Lemmaphyllum* Presl, *Oetosis* Neck., O. Ktze. pt.). Sori lineal, zusammenhängend, selten unterbrochen, ± gemischt mit Sternhaaren oder Schildschuppen (Fig. 160, *C*). Receptaculum der Rippe parallel gelegen (Fig. 160, *A*). — Rhizom kriechend. B. dimorph, ungeteilt. Blattstiel gegliedert angefügt,

gereiht. Sterile Spreite elliptisch oder rundlich, fertile lineal. Adern nach V. Doodyae anastomosierend, mit blinden Äderchen in den Maschen.

Diese Gattung unterscheidet sich durch das Receptaculum und seine Lage von *Niphobolus*, mit dem es im übrigen weitgehende Übereinstimmung zeigt; wie dort entwickelt sich der größte Formenreichtum im asiatischen Monsungebiete. 5—10 Species, alle tropisch.

A. Sori nahe der Mittelrippe: *D. carnosum* Hook. (*Lemmaphyllum* Presl). Sterile B. fast kreisrund oder elliptisch, 2—5 cm lang, 1,5—2,5 cm breit; die fertilen lineal-spatelig, 5—8 cm lang. Maschen mit blinden Adern (Fig. 160, *B*). Himalaya, von Nepal östlich, bis 1500 m gemein. Der ausgepresste Saft der Blätter soll von den Eingeborenen medicinisch verwandt werden. — In Südchina und Japan durch das kleinere *D. subcordatum* Fée vertreten. — *D. rigidum* Hook. B. dicklederig. Maschen ohne blinde Äderchen. Sori in einer tiefen Grube zwischen Rippe und Rand. Borneo.

B. Sori nahe dem Rande: *D. piloselloides* (L.) Presl. Sterile B. sehr kurz gestielt, lederig, fertile mit 2 cm langem Stiele. Flächen in der Jugend mit Sternhaaren besetzt, die

Fig. 160. *Drymoglossum carnosum* Hook.: *A* Teil der Hälfte eines Blattes: in der unteren Partie sind die Sporangien entfernt, um das Receptaculum zu zeigen; *B* Habitus; *C* Schildschuppe des Receptaculums. (Original.)

im Sorus erhalten bleiben. Receptaculum breit, flach. Epiphyt, an den trockensten und heißesten Plätzen. Indien und Malesien. In Cultur. — *D. niphoboloides* (Luerss.) Bak. Größte Art. Sterile B. 4 cm lang, fertile bis 0,15 m lang, über 1 cm breit, beide zerstreut sternhaarig. Receptaculum sehr schmal, leistenartig. Wälder Madagascars. — *D. martinicense* Christ, dichter sternhaarig als vorige. An Felsen und Bäumen auf Martinique.

Ob *D. Wiesbauri* Sodiro aus Ecuador hierher gehört, scheint mir noch zweifelhaft. Ich habe kein Exemplar gesehen.

92. **Dicranoglossum** J. Sm. (*Cuspidaria* Fée — *Taenitidis* sp. autt. et Hk.Bk.). Sori auf einem dem Rande genäherten Receptaculum, meist an der Spitze des B. — Rhizom kriechend, dick, filzig behaart. B. gebüschelt, dichotom verzweigt, die fertilen etwas schmäler. Adern des sterilen B. meist frei, seltener anastomosierend. (Fig. 161, *B*).

1 Art der nördlichen Neotropen.

Diese durch die Verzweigung des B. charakteristische Gattung erinnert durch ihr Indument an *Lepicystis* (wie die vorige an *Niphobolus*), mit der sie vielleicht in directer Verwandtschaft steht.

D. furcatum (Willd.) J. Sm. Rhizom kriechend, filzig. B. 0,15—0,5 m lang, dünn, lederig, unterseits mit kleinen Schildschuppen. Segmente lineal, aufrecht abstehend, spitz,

ganzrandig, 0,1—0,2 m lang, etwa $1\frac{1}{2}$ cm breit (Fig. 161, *A*). Epiphyt. Antillen, nördliches Südamerika.

93. **Taenitis** Willd. (*Digramma* Kze.). Sori lineal in der Mitte zwischen Rippe und Rand auf schwach erhöhtem Receptaculum, meist zusammenhängend,

Fig. 161. *A, B Dicranoglossum furcatum* (Willd.) J. Sm.: *A* Habitus, *B* Teil eines Blattes mit Aderung und Soris. — *C, D Taenitis blechnoides* Sw.: *C* Blatt, *D* Teil der Hälfte eines Blattes mit Aderung und Soris. — *E Heteropteris lanceolata* (L.) Fée: oberer Teil eines fertilen Blattes. — *F—H Hymenolepis spicata* (L. f.) Presl: *F* Habitus, *G* Teil der Hälfte eines sterilen Blattes mit Aderung, *H* Teil der fertilen Spitze des Blattes von unten; *J* Aderung dieser Spitze. (*A, B* nach Fée; *E—H* nach Hooker; *J* nach Mettenius; *C, D* Original.)

selten unterbrochen (Fig. 161, *D*). Sporen kugelig-tetraëdrisch mit 3 Leisten versehen. Paraphysen groß. — Rhizom behaart. B. einreihig, einfach-gefiedert (Fig. 161, *C*),

Stiel dem Rhizom ungegliedert angefügt, von 2 sich oberwärts vereinigenden Leitbündeln durchzogen. Seitenadern nach V. Doodyae anastomosierend.

1 Art des malesischen Gebietes.

T. blechnoides Sw. Rhizom kriechend. B. mit 0,2—0,3 m langem, kahlem Stiele und 0,3—0,6 m langer, 0,2—0,3 m breiter, einfach-gefiederter, lederiger Spreite. Sterile B. mit jederseits 2—3, fertile mit einer größeren Anzahl Seitenfiedern (Fig. 161, *C, D*). Erdfarn in Wäldern und Buschland. Ceylon, Hinterindien, Malesien.

94. **Platytaenia** Kuhn (*Acrostichi* sp. autt.; sub *Acrostichum-Blumeanum* Hook., Hk.Bk.). Sori die fertile Spreite unterseits völlig bedeckend. Sporen kugelig-tetraëdrisch. Paraphysen zahlreich, gegliedert, mit großer Endzelle. — Rhizom behaart, kriechend, mit geschlossener Leitbündelröhre. B. mehrzeilig, einfach-gefiedert, dimorph. Stiel dem Rhizom ungegliedert angefügt, von 2 sich oberwärts vereinigenden Leitbündeln durchzogen. Seitenadern nach V. Dictyopteridis anastomosierend.

1 Art von den Philippinen nach Melanesien.

Die einzige Art dieser Gattung stimmt vegetativ fast genau mit *Taenitis* überein, so dass das Verhalten des fertilen B. noch näherer Untersuchung bedarf. Vorläufig wird die von Kuhn (Chaetopterides p. 10 f.) vorgeschlagene Abtrennung beizubehalten sein.

P. Requiniana (Gaud.) Kuhn. Philippinen, Papuasien, Neue Hebriden.

95. **Heteropteris** Fée (*Neurodium* Fée, *Paltonium* Presl, *Pteropsis* sp. Desv. et autt., *Taenitidis* sp. Hk.Bk.). Sori randständig, lineal, auf dickem Receptaculum. Sporen länglich, mit 1 Längsleiste, gekörnelt. — Blattstiel gegliedert dem Rhizom angefügt. Spreite ungeteilt, nur oberwärts fertil und dort etwas zusammengezogen (Fig. 161, *E*), Adern nach V. Drynariae reich anastomosierend, die Maschen also blinde Äderchen enthaltend (Fig. 161 *E*).

1 Art der nördlichen Neotropen, 1 zweite nach Christ in Südchina.

H. lanceolata (L.) Fée. Rhizom kräftig, kriechend. B. mit 5 cm langem Stiele und 0,15—0,3 m langer, schmal-länglicher, beiderseits verschmälerter, kahler, lederiger Spreite. Adermaschen klein. Soruslinie unterbrochen oder zusammenhängend (Fig. 161, *E*). Neotropisch: Antillen, Mittel- und nördliches Südamerika. — *H. sinensis* Christ soll sich unterscheiden durch intramarginale Soruslinie, dünneres Rhizom, zugespitzte Spreite. Epiphytisch an Bäumen bei Möngtse, Südchina, von Henry gesammelt.

96. **Hymenolepis** Kaulf. (*Hyalolepis* Kze., *Macroplethus* Presl, *Acrostichi* et *Taenitidis* sp. autt.). Rhizom kriechend, schuppig. Blattstiel dem Rhizome gegliedert angefügt, Spreite zungenförmig, vor der Spitze plötzlich zu dem viel schmäleren fertilen Endstück zusammengezogen, welches unterseits eine dichte Sorusmasse gemischt mit Schuppen trägt (Fig. 161, *F—H*). Aderung des sterilen Spreitenteiles entsprechend *Polypodium* § *Pleopeltis*.

2 paläotropische Arten, auf Felsen oder epiphytisch an Stämmen.

Die eigentümliche Sonderung des fertilen Blattteiles findet sich in ähnlicher Form gelegentlich auch bei *Gymnopteris*-Arten, nach Beddome z. B. bei *G. variabilis* (Hook.) Bedd. so dass unsere schwierig unterzubringende Gattung vielleicht mit *Gymnopteris* (s. S. 198 ff.) genetischen Zusammenhang besitzt.

H. spicata (L. f.) Presl. Rhizom von den bleibenden Basen der alten B. bedeckt. B. mit etwa 5 cm langem Stiele. Spreite 0,15—0,5 m lang, etwa 2—3 cm breit, ganzrandig, kahl, von fester Textur. Fertiler Teil 0,01—0,1 m lang, 2—3 mm breit (Fig. 161, *F*). Waldgebiete Vorderindiens, Südchinas, Hinterindiens durch Malesien (bis 3000 m aufsteigend) bis Nordostaustralien und Polynesien. Außerdem auf Madagascar und Mascarenen. — *H. brachystachys* (Hook.) Racib., unterschieden durch sitzende, weichere B. Malesien. — *H. platyrhynchos* (Kze.) J. Sm., unterschieden durch lederige Textur und namentlich die breit-oblonge Gestalt des fertilen Stückes, das 2—6 cm lang, $1^1/_2$ cm breit ist, und dessen Sori unterseits einen breiten Rand frei lassen. Celebes und Philippinen in den Gipfelregionen.

VIII. 2. Polypodieae-Polypodiinae.

Sori rund bis länglich, ohne auf besonderer Anastomose entwickeltes Receptaculum. Fertile Blattteile zuweilen zusammengezogen. Aderung meist fiederig.

97. **Polypodium** L. (incl. *Adenophorus* Gaud., *Amphoradenium* Desv., *Anapeltis* J. Sm., *Anaxetum* Schott., *Anopodium* J. Sm., *Arthromeris* J. Sm., *Atactosia* Bl., *Calymmodon* Presl, *Campyloneuron* Presl, *Catenularia* Zipp., *Catopodium* J. Sm., *Chilopteris* Presl *Chrysopteris* Link, *Colysis* Presl, *Crypsinus* Presl, *Cryptosorus* Fée, *Ctenopteris* Bl., *Cyrtophlebium* R. Br., *Diblemma* J. Sm., *Dichogramme* Presl, *Dictymia* J. Sm., *Dictyopteris* Presl, *Glyphotaenium* J. Sm., *Goniophlebium* Bl., *Grammitis* Sw. pt., *Gymnocarpium* Newm., *Gymnodium* A. Br., *Holcosorus* Moore, *Lepisorus* J. Sm.. *Leptostegia* Zipp., *Lomaphlebia* J. Sm., *Loxogramme* Presl, *Marginaria* Presl, *Mecosorus* Kl. pt., *Microgonium* Fée, *Microgramme* Presl, *Microsorium* Link, *Microterus* Presl, *Paragramma* Moore, *Phlebodium* R. Br., *Phyllitidis* J. Sm., *Phymatodes* Presl, *Phymatopsis* J. Sm., *Pleopeltis* H. & B., *Pleuridium* Presl, *Pleurogonium* Presl, *Pseudathyrium* Newm., *Psidopodium* Neck., *Schellopsis* J. Sm., *Selliguea* Bory pt., *Symplecium* Kze., *Synammia* Presl pt., *Thylacopteris* Kze., *Trichocalymma* Zenk., *Trichothemalium* Kze., *Xiphopteris* Kaulf.). Sorus rund oder ± länglich, dorsal, terminal oder auf Anastomosen der Adern, zuweilen in grubenartige Vertiefungen der Blattfläche eingesenkt. Indusium fehlend. Sporen bilateral, mit 1 Längsleiste versehen, seltener kugelig-tetraëdrisch. — B. einzeilig, zweizeilig oder mehrzeilig inseriert, meist alle gleich gestaltet, selten dimorph; zuweilen die Fiedern eines Blattes dimorph. Blattstiel sich fast stets vom Rhizome abgliedernd. Adern am Ende oft keulig angeschwollen, frei oder mannigfach anastomosierend (Fig. 162—166).

Felspflanzen und Epiphyten, fast über die ganze Erde verbreitet, doch in den Tropen erst eigentlich entfaltet. Die Sectionen *Eupolypodium* und *Goniophlebium* sind in den Neotropen formenreicher, *Phlebodium* und *Campyloneuron* auf Amerika beschränkt. *Pleopeltis* dagegen zeigt in den östlichen Paläotropen und ihren Nachbarländern den größten Aufschwung, wo sich *Aspidopodium* anschließt. In den gemäßigten Zonen sinkt die Zahl der Species wie bei allen typisch epiphytischen Pflanzengruppen außerordentlich herab; allein *Polypodium australe* und *P. vulgare* erreichen weit gegen die Pole vorgeschobene Außenposten des *Polypodium*-Bereiches.

Litteratur: Mettenius, Über einige Farngattungen: 1. *Polypodium*. Abhandl. Senckenberg. naturf. Gesellsch. zu Frankfurt a. M. II (1857) 1—138.

Höchst umfangreiche Gattung, noch nach Ausscheidung der folgenden sehr nahe stehenden und teilweise zweifellos tributären Genera mindestens 200 Arten enthaltend, deren unmittelbare Verwandtschaft allerdings bei dem höchst einförmigen Fructificationsmodus nicht immer zweifellos ist. Die Gattung bedarf noch eingehenden Studiums, namentlich um zu entscheiden, wie weit die von vielen Autoren, besonders Fée und J. Smith, auf seltenere Species begründeten Genera eventuell neben ihr Selbständigkeit beanspruchen können.

Übersicht der Sectionen und Gruppen.

Adern alle frei, selten durch einen submarginalen Verbindungsstrang communicierend . . . . . Sect. I. *Eu-Polypodium.*
- B. ± ungeteilt, ganzrandig, selten dichotom . . . . . § I. *Integrifoliae.*
- B. ungeteilt, gezähnt . . . . . § II. *Dentatae.*
- B. fiederspaltig . . . . . § III. *Pinnatifidae.*
- B. gefiedert . . . . . § IV. *Pinnatae.*
- B. doppelt- bis mehrfach-fiederspaltig . . . . . § V. *Compositae.*

Seitenadern I. verbunden und längs der Rippe geschlossene Maschen bildend. Jede Masche mit einem freien Äderchen, das am Ende ev. den Sorus trägt . . . . . Sect. II. *Goniophlebium.*

Seitenadern I. verbunden und geschlossene Maschen bildend. Aus dem äußeren Bogen der Maschen treten meist 2 Äderchen, die frei in der nach außen angrenzenden Masche endigen oder gemeinsam terminal einen Sorus tragen. . . . . Sect. III. *Phlebodium.*

Seitenadern I. durch zahlreiche parallele Adern II. verbunden. Die entstehenden Maschen mit 2 bis mehr blinden oder terminal die Sori tragenden Äderchen . . . . . Sect. IV. *Campyloneuron.*

Seitenadern I. und II. reich verzweigt, ein dichtes unregelmäßiges Maschenwerk bildend. Maschen oft nach verschiedenen Richtungen gewandte blinde Äderchen enthaltend. Rhizom nicht mit runden Schildschuppen besetzt . . . . . Sect. V. *Pleopeltis.*
- B. ungeteilt . . . . . § I. *Integrifoliae.*
- B. dreilappig . . . . . § II. *Lobatae.*
- B. fiederspaltig . . . . . § III. *Pinnatifidae.*
- B. gefiedert . . . . . § IV. *Pinnatae.*

Seitenadern wie bei Sect. *Pleopeltis*. Rhizom angeschwollen, außen dicht mit runden Schildschuppen besetzt . . . . . Sect. VI. *Aspidopodium*.

Sect. I. *Eu-Polypodium* Diels. Adern alle frei, selten durch einen submarginalen Verbindungsstrang communicierend (Fig. 162, *B*, *G*).

§ I. *Integrifoliae* (*Grammitis* Sw. pt.). B. ± ungeteilt, zungenförmig, ganzrandig oder schwach gewellt, selten dichotom.

A. B. kahl oder schwach bewimpert. — Zahlreiche eng verbundene Formen, die sehr

Fig. 162. *Polypodium* L. Sect. I. *Eupolypodium*: *A*, *B P. serrulatum* Mett.: *A* Habitus; *B* Teil eines fertilen B. mit Aderung und Soris; *C*, *D P. trichomanoides* Sw.: *C* Habitus; *D* Teil eines fertilen B.; *E—G P. pectinatum* L.: *E* Habitus; *F* Fieder I.; *G* Hälfte einer fertilen Fieder mit Aderung und Soris; *H—K P. tamariscinum* Kaulf.: *H* Blatt; *J* fertile Fieder II.; *K* Sorus. (*A*, *B*, *E—K* nach Hooker; *C*, *D* Original.)

verschieden beurteilt wurden. Die Art-Fassung Hooker-Baker's ist z. T. enger, als sonst bei ihnen üblich.

Aa. B. stets ungeteilt. — **Aaα.** B. flach, ohne Riefen. — **AaαI.** Seitenadern völlig frei. — **AaαII.** Sori oberflächlich: *P. fasciatum* Mett. Rhizom weit kriechend, beschuppt. B. lineal-lanzettlich, 0,3 m lang oder mehr, nur 0,6—0,9 cm breit, lederig. Sori der Rippe näher als dem Rande. Hochgebirge Malesiens. — *P. zeylanicum* Mett., etwas kleiner als vorige. Sori in der Mitte zwischen Rippe und Rand. Felsen oder epiphytisch an Stämmen auf Ceylon. — Ähnliche Arten neuerdings mannigfaltig aus Neuguinea bekannt geworden (*P. Stanleyanum* Bak. u. a.). Durch gekerbten Rand der Spreite fällt *P. Lohcrianum* Christ von Luzon auf. — *P. australe* (R. Br.) Mett. Rhizom kurz-kriechend, beschuppt. B. gebüschelt. Stiel kurz, Spreite 15 cm lang, etwa 1,5 cm breit, ± spatelförmig, lederig. Sori länglich, der Rippe näher als dem Rande. An Felsen oder epiphytisch an Baumrinden, sehr verbreitet in den kühleren Gebieten der Südhemispäre: Antarktisches Südamerika, Marioninsel, Tristan d'Acunha, Ostaustralien, Neucaledonien und auf Neuseeland häufig bis 1500 m über Meer. — *P. marginellum* (Sw.) Mett. noch kleiner, ausgezeichnet durch die stark abgestumpfte Spitze und schwarze Säumungslinie des Blattes. Neotropisch von Centralamerika und Antillen bis Peru, nach Hooker auch auf den Capverdischen Inseln und St. Helena. — Andere Formen ähnlichen Charakters im madagassischen Gebiete, Papuasien, Melanesien, Sandwichinseln. — **AaαI2.** Sori tief eingesenkt: *P. locellatum* Bak. auf Neuguinea. — **AaαII.** Seitenadern durch einen submarginalen Verbindungsstrang communicierend (*Lomaphlebia* J. Sm.): *P. gramineum* Sw. Habitus von *P. australe* Mett. Antillen, Guiana. — **Aaβ.** B. binsenartig, von Riefen gefurcht, in deren tiefsten die Sori angebracht sind: *P. bisulcatum* Hook. (*Holcosorus pentagonus* Moore, habituell sehr eigenartige Species Borneos.

Ab. B. fast stets dichotom gegabelt: *P. multifidum* Bory. Sori groß, rundlich, die ganze Breite des B. einnehmend, oft darüber hinausragend. Mascarenen häufig. — *P. furcatum* Mett. Stammepiphyt in den Urwäldern von Guiana und Amazonas.

B. B. ± mit langen, rotbraunen, borstenartigen Spreuhaaren besetzt. — Der vorigen Gruppe **A** sehr nahe stehender und durch Mittelstufen damit verbundener Formenkreis: *P. setigerum* Bl. B. gebüschelt herabhängend, an 0,1 m langem Stiele bis 0,25 m lang, bis 0,02 m breit, vorn zugespitzt, etwas fleischig und die Adern nicht vortreten lassend. Sori rund, der Rippe näher als dem Rande. Charakteristischer Epiphyt der Gebirge Javas. — Sehr ähnliche, doch durch kleinere Dimensionen verschiedene Formen finden sich namentlich im östlichen Teile der Paläotropen, z. B. *P. Reinwardtii* Mett., *P. Koordersii* Christ (Malesien), *P. Hookeri* Brack. (Polynesien), *P. samoense* Bak. (Samoa, Sandwichinseln) letztes mit geringem Indument. Auch *P. parasiticum* Mett. (*Trichothemalium* Kze.) auf den Gebirgen Südindiens und Ceylons gehört hierher. — Vertretende Formen Amerikas sind die sehr kleinen Arten *P. jungermannioides* Klotzsch und *P. Sprucei* Hook., beide im Gebiete der tropischen Anden.

§ II. *Dentatae.* B. ungeteilt, gezähnt.

P. flabellivenium Bak. (*P. holophyllum* Bak.). Rhizom dünn kriechend. B. mit dünnem, schwarzem, 4 cm langem Stiele, Spreite kreisförmig oder breit-länglich, 1,5 cm lang und breit, dick-lederig, mit knorpelig-verdicktem Rande, der meist grobgezähnt, zuweilen aber fast ganz ist. Adern nahezu fächerig, nach vorn zu meist mehrfach gegabelt, zuweilen zusammenfließend. Sori eingesenkt, wenige (1—6) unweit des Endes der Ader befestigt. Völlig isolierte Form Borneos.

§ III. *Pinnatifidae* (*Ctenopteris* Bl. pt). B. fiederspaltig.

A. B. mäßig tief eingeschnitten: Lappen höchstens bis zur Mitte reichend. — **Aa.** B. fast sitzend: *P. andinum* Hook. B. gebüschelt, weich behaart. Sori groß, rund, je 1 auf einem Lappen. Tropische Anden von Ecuador und Peru. — **Ab.** B. gestielt. — **Abα.** Sori in 1 Reihe: *P. barbatulum* Bak., viel kleiner als vorige. B. ebenfalls ± weichhaarig. Bourbon. — *P. percrassum* Bak. B. sehr dick, schwach behaart. Sori eingesenkt. Costarica. — **Abβ.** Sori in 2—mehreren Reihen: *P. trichosorum* Hook. Rhizom kriechend. B. 0,1—0,12 m lang, beiderseits behaart. Anden von Ecuador in Wäldern. — *P. trifurcatum* L. B. größer wie bei voriger (0,25—0,3 cm lang), oft nahezu kahl. Neotropisch, von Westindien bis Peru in Wäldern; eine ähnliche Form im nördlichen Argentinien.

B. B. tief, fast bis zur Rippe eingeschnitten.

Ba. Lappen so lang als breit, zuweilen sogar kürzer. — **Baα.** Lappen dreieckig, spitz: *P. serrulatum* Mett. (*Xiphopteris* Kaulf.). B. gebüschelt, mit sehr kurzem, zuweilen fehlendem Stiele und bis 0,1 m langer, 0,3—0,5 cm breiter, starrer, kahler Spreite, die kammförmig gelappt, nach vorn zu mitunter auch ganzrandig ist. Sori länglich, in 1 Reihe längs der Rippe,

oft auf die vordere Hälfte des B. beschränkt und dort zusammenfließend (Fig. 162, *A*, *B*). In dichten Polstern an Felsen oder epiphytisch auf Rinden in Westafrika, madagassischem Gebiet, am häufigsten im tropischen Amerika, auf Juan Fernandez und seltener auf den Sandwichinseln zwischen 900 und 1800 m. — **Baβ.** Lappen stumpf. — **BaβI.** Lappen etwas entfernt stehend: *P. haalilioanum* Brack. (*P. subpinnatifidum* Hook. non Bl.). B. mit keuligen Drüsen bedeckt. Zerstreut auf den Sandwichinseln an moosigen Stämmen. — *P. tovarense* Kl. im tropischen Südamerika von Guiana bis Ecuador. — **BaβII.** Lappen genähert. — 1. B. nackt: *P. organense* Mett. an Stämmen und Felsen der Serra dos Orgaos, Brasilien. — 2. B. braun behaart: *P. truncicola* Kl. ebenfalls an Baumstämmen wachsend, in den Anden von Guatemala bis Ecuador ziemlich verbreitet. Verwandte Arten (*P. nimbatum* Jenm. u. a.) auch auf den Gebirgen der Antillen.

Bb. Lappen länger als breit. — **Bbα.** Sori nur 1 auf einem Lappen: *P. cucullatum* Nees (*Calymmodon c.* Presl). B. gebüschelt, herabhängend, 5—10 cm lang, etwa 1 cm breit. Die unteren Lappen steril, die oberen fertilen an der Spitze erweitert und zuletzt über dem einzelnen Sorus umgeschlagen. In den Gebirgen von Ceylon durch Malesien bis Neucaledonien und Fiji. — *P. streptophyllum* Bak. B. fast völlig gefiedert. Borneo. — **Bbβ.** Sori mehrere in 2 Reihen auf einem Lappen. — **BbβI.** Lappen ± ganzrandig. — **BbβII.** B. fast sitzend: *P. inaequale* Fée. Westindien. — *P. discolor* Hook., unterseits weißmehlig. Guiana. — **BbβI2.** B. deutlich gestielt: *P. leucosorum* Boj. Typus einer formenreichen Gruppe der Mascarenen und Seychellen mit kahlen B. — *P. villosissimum* Hook. unterscheidet sich durch ansehnliche Behaarung der Blattunterseite. Westafrika. — *P. khasyanum* Hook., trägt ebenfalls beiderseits Wimperhaare. Um 1000 m von den Khasiabergen nach Assam. — *P. crassifrons* Bak. Neucaledonien; ähnlich *P. stenopteron* Bak. von Fiji. — **BbβII.** Lappen gezähnt: *P. solidum* Metten., auf Java. — **BbβIII.** Lappen ± buchtig-ausgeschweift bis gelappt: *P. Thwaitesii* Bedd. Wohlriechende schöne Art Ceylons, epiphytisch, zur folgenden Abteilung überleitend.

§ IV. *Pinnatae.* (*Ctenopteris* Bl. pt.). B. gefiedert, zuweilen Fiedern I. wiederum fast fiederspaltig. Vgl. § V.

Sehr umfangreiche Gruppe, von allen Polypodien am weitesten verbreitet. Ihrer natürlichen Einteilung stehen bedeutende Schwierigkeiten im Wege. Die bisherigen Versuche der Autoren bedürfen sämtlich mancher Verbesserungen. Das letzte in Hooker-Baker's Synopsis niedergelegte System erscheint willkürlicher als die Darstellung von Mettenius, dessen Principien, wenngleich ebenfalls nicht einwandsfrei, der folgenden Übersicht zu Grunde liegen.

A. Fiedern mit je 1 Sorus.

P. trichomanoides Sw. B. dicht rasig, mit kurzem Stiele, 0,07—0,15 m lang, etwa 1 cm breit. Spindel schwarz glänzend. Spreite etwas lederig, kahl oder weichhaarig (Fig. 162, *C*, *D*). Epiphyt der Waldgebiete des tropischen Amerika, Südostafrika, von Vorder- und Hinterindien, auf Juan Fernandez und Ascension.

B. Fiedern mit mehr als 1 Sorus.

Ba. In den Fiedern die Seitenadern I. nicht gegabelt. — **Baα.** Sori auf dem Rücken der Adern befestigt. — **BaαI.** Schuppen des Rhizoms eiförmig, häutig: *P. moniliforme* Lag. Rhizom dicht mit Spreuschuppen bedeckt. B. an 2—7 cm langem Stiele. Spreite 0,1—0,2 m, höchstens 1 cm breit. Fiedern dicht gestellt, kurz, abgerundet, etwa 2—3 mm im Durchmesser. Textur starr-lederig. Felsenfarn. Anden von Mexiko bis Peru; ferner auf den Höhen Jamaicas und Brasiliens. — **BaαII.** Schuppen des Rhizoms lanzettlich-pfriemlich, starr: *P. pilosissimum* M. et G. B. in Dimensionen und Textur der vorigen gleichend, unterseits oft behaart. Mexiko bis Ecuador und Brasilien. — **Baβ.** Sori dicht unterhalb der Adernendigung befestigt: *P. delicatulum* M. et G. B. mit 2—5 cm langem, weichhaarigem Stiele. Spreite 0,1—0,15 m lang, 1—1,5 cm breit, beiderseits mit langen, weichen Haaren besetzt. Sori je 6—8 auf den Fiedern. Anden von Mexiko bis Ecuador. — *P. parvulum* Bory. Voriger ähnlich, meist weniger Sori auf den Fiedern. Südostafrika, Mascarenen, Mauritius. — In Ceylon das drüsig behaarte, sonst entsprechende *P. glandulosum* Hook. — *P. rigescens* Bory. B. 2—7 cm lang, kahl oder behaart. Spreite bis 0,3 m lang, 2 cm und mehr breit, mit stumpfen Fiedern, beiderseits kahl. Sori in Reihen von 4—5 parallel der Rippe. Im neotropischen Reiche, ferner von Fernando Po und Bourbon angegeben. — *P. firmum* Klotzsch, unterscheidet sich durch etwas mehr entfernte Fiedern. Nördliches Südamerika. — *P. apiculatum* Kze. Rhizom kurz kriechend, zuweilen fast aufrecht. B. mit 2—4 cm langem, starrem, fein behaartem Stiele; Spreite 0,15—0,2 m lang, 2,5—3,5 cm lang, Fiedern zahlreich, 30—40 Paare, lineal. Sori rund, den ganzen Raum zwischen Rand und Rippe füllend. Nörd-

liches Südamerika. — **Baγ.** Sori terminal an sehr kurzen Seitenadern I. — **BaγI.** Blattfläche kahl: *P. peruvianum* Desv. B. an 2—4 cm langem Stiele mit 0,07—0,1 m langer, etwa 1 cm breiter Spreite. Fiedern dreieckig, stumpf, ganzrandig, lederig, fast kahl. Sori ziemlich groß. Peru, Bolivia, Argentina, an Felsen. — *P. jubaeforme* Kaulf. B. an 2—4 cm langem Stiele mit 0,15—0,3 m langer, etwa 1,2 cm breiter Spreite. Fiedern länglich, etwas dünner als bei voriger. Sori eingesenkt. Central- und nördliches Südamerika. — *P. taxifolium* L. von voriger durch breitere (bis 7 cm) Spreite mit zahlreichen, noch schmäleren Fiedern unterschieden. Seitenadern sehr vortretend. Felsenfarn des neotropischen Reiches. — **BaγII.** Blattflächen mit weichen Haaren besetzt. — **1.** B. ganzrandig: *P. subtile* Kze. B. bis 0,1 m lang, schmal, schlaff, dünn krautig. Sori je 3—6 auf der Fieder. Nördliche Anden. — *P. albopunctatum* Bak., ähnlich, aber auffällig durch schneeweiße Kalkschüppchen auf der oberen Blattfläche. Jamaica. — **2.** B. gekerbt: *P. minutum* Bl. B. mit 4—7 cm langem Stiele, Spreite 0,1—0,15 m lang, bis 2 cm breit. Ceylon, Malesien bis zu den Philippinen. — **3.** B. tief gezähnt: *P. subfalcatum* Bl. B. an 2 cm langem Stiele, Spreite 0,15—0,2 m lang, bis 3,5 cm breit. Malesien. Verwandt, doch durch stark ungleichseitig ausgebildete Fiedern unterschieden und habituell dadurch ein eigentümlich erscheinendes Polypodium ist *P. subsecundo-dissectum* Zolling., auf Java. — **Baδ.** Sori terminal an den wohl entwickelten Seitenadern I. — **BaδI.** Seitenadern I. von der Rippe in Winkeln von 45—60° aufsteigend. — **BaδII.** Fiedern genähert: *P. cultratum* Willd. B. mit abstehenden, weichen, braunen Haaren besetzt, 0,15—0,5 m lang. Fiedern etwas akroskop gefördert. Textur dünn und weich. Neotropen, Fernando Po, Mauritius. — **BaδI2.** Fiedern entfernt: *P. heteromorphum* Hook. et Gr. B. meist etwas größer als bei voriger, schlaff, hängend, im übrigen ähnlich. Anden von Mexiko bis Ecuador. — **BaδII.** Seitenadern I. von der Rippe in Winkeln von 20—40° aufsteigend. — **BaδII1.** Fiedern am Grunde verbreitet. Sori länglich, schief, eingesenkt. (*Cryptosorus* Fée). — * Sori gereiht: *P. obliquatum* Bl. B. mit 2,5 cm langem Stiele. Spreite 0,2—0,3 m lang, kahl. Fiedern linealisch, fast wagerecht, die untersten stark reduciert. Südindien, Ceylon, Malesien. — *P. decorum* Brack. Kleiner als vorige, sonst sehr ähnlich. Verbreitung das Areal der vorigen umfassend und nach Polynesien und Sandwichinseln übergreifend. — *P. blechnoides* Hook. Blattspreite unten steril, oben fertil: die fertilen Fiedern länger und schmäler als die sterilen. Sonst mit vorigen übereinstimmend. Ostaustralien, Melanesien, Polynesien. — **BaδII2.** Fiedern am Grunde nicht verbreitert: *P. tenuifolium* H.B.K. Rhizom fibrillös beschuppt. B. mit 5—7 cm langem Stiele und 0,2—0,3 m langer, bis 5 cm breiter, krautiger Spreite. Spindel nackt. Antillen, Columbien. — *P. venulosum* Bl. B. mit 0,3—0,45 m langer, etwas lederiger Spreite. Spindel behaart. Malesien. — ** Sori einzeln: *P. davalliaceum* F. v. M. et Bak. Hochgebirge des östlichen Neuguinea.

Bb. In den Fiedern die Seitenadern I. gegabelt. — **Bbα.** Fiedern am Grunde breit angewachsen. — **BbαI.** Adern einmal gegabelt. — **BbαII.** Sori terminal am vorderen verkürzten Aste der Ader: *P. Adenophorus* Hook. et Arn. B. nahezu sitzend, 0,15—0,3 m lang, schlaff hängend, etwas lederig. Fiedern geschweift. Sandwichinseln. — *P. grammitidis* R.Br. Voriger nicht unähnlich, doch B. länger gestielt und ihre Fiedern ± gelappt. Tasmanien, Neuseeland. — *P. pendulum* Sw. B. schlaff hängend, kurz gestielt oder sitzend, 0,15—0,3 m lang, 2—5 cm breit, beiderseits kahl. Neotropen. — *P. suspensum* L. B. an 0,1—0,2 m langem Stiele, Spreite 0,3—0,45 m lang, 4—7 cm breit, ± rostfarben behaart. Neotropen. Mit dieser Art vergleicht J. Smith *P. crispatum* (J. Sm.) Hook. (*Glyphotaenium* J. Sm.), eine wenig bekannte, durch anastomosierende Adern und ungegliederten Blattstiel abweichende Species von Panama. — **BbαI2.** Sori terminal am vorderen wohl entwickelten Aste der Adern. — * Sori nicht eingesenkt: *P. curvatum* Sw. B. an 0,1 m langem Stiele mit 0,3—0,45 m langer Spreite, ausgezeichnet durch geschlängelte und gekrümmte, fein behaarte Spindel. Antillen, nördliche Anden. — *P. elasticum* Rich., von den Dimensionen der vorigen, mit gerader Spindel und sehr zahlreichen (40—100) Fiedern jederseits. Sori klein. Neotropen bis Florida. — ** Sori tief eingesenkt: *P. papillosum* Bl. (*Thylacopteris* Kze.) Segmente gegliedert der Spindel eingefügt. Malakka, Malesien bis zu den Philippinen. Verwandte Arten von Hinterindien bis Polynesien mehrfach. — **BbαII.** Adern mehrfach gegabelt. — **BbαII1.** Unterste Fiedern erheblich reduciert: *P. pectinatum* L. Rhizom fibrillös beschuppt. B. mit 0,05—0,15 m langem Stiele und 0,3—0,6 m langer, 0,05—0,15 m breiter, dünnhäutiger Spreite. Fiedern sehr zahlreich, dicht gestellt, linealisch, 3 mm breit. Seitenadern durchscheinend, meist doppelt gegabelt (Fig. 162, *E—G*). Gemeiner neotropischer Farn in Wäldern von Florida bis Südbrasilien, in vielen Formen, die zu manchen genannten Species eine innige Verbindung herstellen. In Cultur. — **BbαII2.** Unterste Fiedern wenig kürzer als die oberen. — * Rhizomschuppen lineal: *P. Abitaguae* Hook. B. lederig, beiderseits fein behaart. Anden

von Ecuador. — *P. argyratum* Bory. B. wenigstens in der Jugend unterseits weißmehlig bestäubt. Sori dem Rande genähert, beiderseits 4—8. Mascarenen. — ** Rhizomschuppen lanzettlich oder eiförmig. — † Sori ziemlich klein: *P. recurvatum* Kaulf. B. mit 0,05—0,15 m langem Stiele, Spreite 0,3—0,6 m lang, etwas lederig. Spindel fein behaart. Brasilien. — †† Sori groß: *P. vulgare* L. Rhizom kriechend. B. zerstreut, mit 0,1—0,2 m langem Stiele; Spreite 0,2—0,4 m lang, 0,05—0,15 m breit, etwas lederig. Fiedern jederseits 5—30. Sehr polymorphe Art (vgl. Luerssen, Farnpflanzen p. 53 ff., Ascherson Synopsis p. 95 ff.) von bemerkenswerter und in der Gattung einzig dastehender Verbreitung. Durch die ganze nördlich gemäßigte Zone, noch jenseits der Polarkreise, südlich bis Makaronesien, Nordafrika, Vorderasien, Japan, Nordmexiko. Außerdem in Südafrika. In Wäldern an moosigen Hängen und Felsen, in den feuchteren Districten auch epiphytisch. — Das Rhizom (»Radix polypodii s. filiculae dulcis« — »Engelsüß«) enthält Zucker, fettes Öl und Gerbstoff und wurde früher pharmaceutisch verwandt. Heute ist bedeutender die Benutzung der Pflanze als Zierfarn für Felspartien u. s. w., wobei namentlich abnorme Spielarten bevorzugt werden, — **Bbβ.** Fiedern am Grunde verschmälert und deutlich von der Spindel abgesetzt. — **BbβI.** Sori klein. Seitenadern von der Rippe in Winkeln von etwa 70° aufsteigend. B. krautig: *P. sororium* H. B. K. Rhizom dicht beschuppt. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele. Spreite 0,3—0,6 m lang, 0,15—0,2 m breit, kahl. Unterste Fiedern 0,1—0,15 m lang. Aderung deutlich. Centralamerika, nördliche Anden. — **BbβII.** Sori größer. Seitenadern von der Rippe in Winkeln von etwa 40° aufsteigend: *P. fraternum* C. et S. B. an 0,1—0,2 m langem Stiele, Spreite 0,3—0,5 m lang, 0,15—0,2 m breit. Fiedern schwach gekerbt, lederig, kahl. Mexiko. — *P. subpetiolatum* Hook. In den Größenverhältnissen und dem Bau des Blattes mit voriger übereinstimmend, aber B. häutig und beiderseits fein behaart. Centralamerika.

§ V. *Compositae.* B. doppelt- bis mehrfach-fiederspaltig oder doppelt-gefiedert. Vgl. auch § IV.

A. B. kahl oder mit borstenförmigen Spreuhaaren besetzt. Untere Fiedern I. verkürzt. — **Aa.** Segmente II. kurz, dreieckig bis breit-länglich. — **Aaα.** B. kahl: *P. funiculum* Fée. Rhizom mit langen, fadenförmigen, in einander verworrenen Ausläufern, braun beschuppt. B. zart, 0,07—0,15 m lang, 3—5 cm breit, mit schwarzer Spindel. Eigentümliche Species Cubas. — **Aaβ.** B. borstig behaart: *P. achilleifolium* Kaulf. B. gebüschelt, 0,1 m lang, 4 cm breit, lederig. Epiphyt an moosigen Stämmen. Gebirge Ostbrasiliens, sowie der Anden Ecuadors, wo auch das größere, zartere und länger behaarte *P. longisetosum* Hook. heimisch ist. — *P. torulosum* Bak. B. zierlich, klein. Fiedern I. oft ganzrandig. Centralmadagascar; Bourbon. — **Ab.** Segmente II. länglich-lineal. Vorigen sehr nahe verwandt. — **Abα.** Segmente II. ganzrandig: *P. myriophyllum* Mett. B. etwa 0,3 m lang, 0,07 m breit, unterseits etwas borstig. Schlaff herabhängend von Baumästen und -stämmen. Anden Ostperus. — *P. pozuzoense* Bak. Fiedern I. z. T. ganzrandig. Ebenfalls in den Anden Perus. — *P. tenuisectum* Bl., voriger sehr nahe, etwas kleiner, B. kahl. Rindenepiphyt der Gebirge Malakkas, Malesiens und ostwärts. — **Abβ.** Segmente II. wiederum fiederspaltig: *P. millefolium* Bl., ebenfalls auf Java.

B. B. mit keuligen, rötlichen Drüsenhaaren besetzt. Sandwichinseln. (*Adenophorus* Gaud. pt.): *P. tamariscinum* Kaulf. Rhizom kriechend, beschuppt. B. mit 5—7 cm langem Stiele, 0,1—0,2 m lang, 4—7 cm breit, mit 25—30 genäherten Fiedern I. jederseits (Fig. 162, *H—K*). Gemeiner Farn der Sandwichinseln, oft epiphytisch. Angaben aus anderen Floren bedürfen der Bestätigung. Viel seltener sind ebendort das kleinere *P. hymenophylloides* Kaulf., epiphytisch um 1000—1500 m, und das ansehnlichere *P. Hillebrandi* Hook., dessen B. viel breitere Segmente tragen.

Sect. II. *Goniophlebium* Bl. (*Marginaria* Presl pt.). Seitenadern verbunden und längs der Rippe geschlossene Maschen bildend. Jede Masche mit einem freien Äderchen, das am Ende event. den Sorus trägt (Fig. 163, *A—E*).

A. B. ungeteilt: *P. glaucophyllum* Kze. Rhizom weit-kriechend mit abfälligen Schuppen. B. zerstreut angeordnet, ihr Stiel etwa bis 0,15 m, die Spreite 0,1—0,25 m lang, 0,02—0,05 m breit, lederig, nackt, unterseits oft blauweiß bereift. Adermaschen in 4—6 Reihen, deren jede mit 1 Sorus (Fig. 163, *A, B*). Antillen bis Ecuador. — Eine wenig abweichende Form, *P. Irvingii* Kuhn, bewohnt das tropische Westafrika.

B. B. fiederspaltig bis gefiedert.

Ba. B. fiederspaltig. Maschen in 1 Reihe: *P. Matthewsii* Mett., mit hängendem, lederigem Laube; Anden von Columbien bis Peru. — *P. amoenum* Wall. Rhizom kriechend. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele und 0,3—0,6 m langer, länglich-eiförmiger, meist kahler

Spreite von krautiger Textur. Fiedern wagerecht, genähert, ganzrandig oder etwas gezähnt. Im Himalaya von Gurwhal östlich gemein bis über 3000 m, ebenso in Gebirgen West- und Südchinas. Eine ansehnliche Reihe nahestehender Arten sind in Ostasien heimisch, namentlich in den Gebirgen, z. B. das weichflaumige *P. niponicum* Mett. von Manipur und Südchina bis Japan.

Bb. B. völlig gefiedert. Die Fiedern am Grunde nicht zusammengezogen, mit breiter Basis angewachsen. Mit **Ba** durch Übergänge verbunden. Auch mit *Eupolypodium* § IV. zu vergleichen. — **Bbα.** Fiedern entfernt, d. h. der Raum dazwischen breiter als die Breite der Fieder. Ihre Richtung zur Spindel meist spitzwinklig. — **BbαI.** Sori vorwiegend länglich: *P. trilobum* Cav. (*Synammia* Presl). Rhizom kriechend, dicht mit großen Schuppen besetzt. B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,25 m langer, fast dreieckiger Spreite. Sori schief, eingesenkt, in 1 Reihe. Rindenepiphyt Südchiles. — **BbαII.** Sori rund: *P. ensiforme* Thunb. Rhizom kriechend, rostfarben beschuppt. B. mit 0,2 m langem Stiele und 0,25 m langer, eiförmiger, dicklederiger Spreite. Sori eingesenkt, in 1 Reihe, sehr groß. An Baumrinden und auf Ästen epiphytisch lebend. Verbreitet durch Südafrika von Capstadt östlich bis Natal. — **Bbβ.** (*Schellopsis* J. Sm. pt.). Fiedern genähert, d. h. der Raum zwischen den einzelnen Fiedern höchstens so breit, meist schmäler als die Breite der Fieder. Ihre Richtung zur Spindel fast stets nahezu rechtwinkelig. Polymorphe Gruppe Ostasiens und Amerikas, die näherer Bearbeitung bedarf, um so mehr, als sich an manche andere Formenkreise Anklänge nachweisen lassen: *P. californicum* Kaulf. (pacifisches Nordamerika) kommt dem *P. vulgare* L. (s. S. 311) so nahe, dass es nur durch die (noch dazu nicht überall constante) Maschenbildung davon zu trennen ist. Ähnlich verhält es sich nach Christ mit *P. Fauriei* Chr. aus Japan. — Etwas ferner steht *P. Scouleri* Hook. et Grev., das namentlich habituell durch das sehr dick fleischige, mit wenigen breiten Fiedern und großen Soris versehene Blatt einen eigentümlichen Eindruck macht. Beschränkt auf die Küstenregion des pacifischen Nordamerika, dort meist epiphytisch an Stämmen. — Sehr erheblicher Polymorphismus äußert sich in Ostasien, namentlich seinen gebirgigeren Teilen. Von den dortigen Formen verdient *P. erythrocarpum* Mett. Erwähnung, eine ziemlich kleine Pflanze, mit 0,1—0,2 m hohem, lang gestieltem B. Fiedern jederseits 5—6, stumpf, unterseits behaart. Sori entfernt, ziemlich groß, in 1 Reihe. Mit verwandten Species vom Sikkim-Himalaya (3000—4000 m) bis Westchina im Hochgebirge. — Viel größer ist *P. lachnopus* Wall., das an gewisse Formen von *P. amoenum* sich anschließt. Rhizom weit kriechend, schwarz beschuppt. B. mit 0,05—0,1 m langem Stiele, 0,3—0,45 m langer, bis 0,1 m breiter Spreite, die in oft sehr zahlreiche Fiedern zerschnitten ist. Himalaya gemein. — Die reichste Entwickelung zeigt der Typus in Central- und Südamerika, wo eine Fülle von Formen sich um das weit verbreitete *P. loriceum* L. gruppiert, das früher in zahlreiche Species gespalten wurde. Sein kriechendes Rhizom ist mit häutigen, dunkel-centrierten Schuppen besetzt. Der Blattstiel wird 0,15 m lang, die Spreite 0,3—0,5 m lang. Die zahlreichen Fiedern sind an der akroskopen Basis verbreitert, an der basiskopen gerade abgeschnitten, meist ganzrandig, abnorm auch fiederspaltig, in sonstigen Einzelheiten von großer Mannigfaltigkeit. Textur fest krautig, Behaarung schwach oder fehlend. Die Adernmaschen stehen meist in 2 Reihen, die Sori bald nur in einer, bald in beiden. Fast im gesamten Umfange des neotropischen Reiches, vielfach mit localen Nebenarten.

Bc. (*Schellopsis* J. Sm. pt.). B. völlig gefiedert. Die Fiedern am Grunde zusammengezogen und (wenigstens die unteren) nur stielartig angewachsen.

Bcα. Sori in 1 Reihe stehend (vgl. **Bcβ**). — **BcαI.** Sori oberflächlich gelegen. — **BcαI1.** B. ganzrandig: *P. surrucuchense* Hook. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele; Spreite 0,3—0,6 m lang, 0,2—0,3 m breit, kahl, etwas lederig. Westindien und tropische Anden. — **BcαI2.** B. ± gekerbt bis gezähnt: *P. plectolepis* Hook. B. von ähnlichen Dimensionen als die der vorigen Art, aber fein behaart. Centralamerika. — Ganz ähnlich, doch etwas kleiner ist *P. serratifolium* (Brack.) Hook., in Polynesien heimisch. Ferner gehört hierher, zur folgenden Gruppe überleitend, *P. argutum* Wall., eine im Himalaya von 1200—3000 m sehr verbreitete Species, und das weich behaarte *P. Beddomei* Bak. aus bergigen Gegenden Hinterindiens. — **BcαII.** Sori in eine Vertiefung der Blattunterseite eingesunken und samt dem unterliegenden Parenchym zur Fruchtzeit ausfallend mit Hinterlassung eines runden Loches. — **BcαII1.** B. ganzrandig: *P. verrucosum* Wall. B. mit 0,4—0,6 m langem, kahlem Stiele und 0,3—1,2 m langer, 0,3 m breiter, meist kahler Spreite von lederiger Textur (Fig. 163, *C—E*). Epiphyt Malesiens mit Einschluss von Neuguinea und Nordostaustralien. — **BcαII2.** B. etwas gezähnt: *P. subauriculatum* Bl. von ähnlichem Baue und Dimensionen wie vorige, die Fiedern jedoch unten breiter und meist weicher. Lebensweise ebenso. Verbreitung umfassender, von den Khasiabergen bis Queensland und Neucaledonien. Graciöser Farn, vielfach cultiviert

Fig. 163. *Polypodium* L. *A—E* Sect. II. *Goniophlebium* Bl.: *A*, *B P. glaucophyllum* Kze.: *A* Habitus, *B* Teil des B. mit Aderung. — *C—E P. verrucosum* Wall.: *C* Habitus, *D* Teil eines B. mit Aderung, *E* Paraphyse. — *F*, *G* Sect. III. *Phlebodium* R. Br.: Teil des B. mit Aderung, *F P. aureum* L., *G P. decumanum* Willd. — *H* Sect. IV. *Campyloneuron* Presl: *P. sphenodes* Kze.: Teil des B. mit Aderung. (*A*, *B* nach Kunze; *C—E*, *H* nach Hooker; *F*, *G* nach Baker in Flora Brasil.)

(»*Goniophlebium Reinwardtii* Kze.«). — **Bcβ.** Sori in mehreren Reihen stehend (Einreihigkeit kommt jedoch als Anomalie vor). — **BcβI.** Fiedern sichelförmig nach oben gekrümmt: *P. chnoodes* Spreng. Epiphyt mit schuppigem Rhizom und hängenden, 0,1—0,15 m lang gestielten B., deren Spreite 0,2 m Länge erreicht. Fiedern am Grunde herzförmig, krautig, flaumig behaart. Westindien und Venezuela. — **BcβII.** Fiedern regelmäßig-lanzettlich, gerade gestreckt. — **BcβII1.** Sori oberflächlich; Adern deutlich vortretend: *P. Korthalsii* Mett., einzige paläotropische Art dieser Verwandtschaft mit pluriserialen Soris. Sumatra. — *P. brasiliense* Poir. Rhizom fingerstark, kurz kriechend an Baumrinden, anfangs dicht-schuppig. B. zerstreut, ihr Stiel 0,3 m, die Spreite 0,5—0,8 m lang, 0,3 m breit. Fiedern entfernt. Sori meist 2—4reihig, bei der Form *P. attenuatum* H.B.K. jedoch 1-reihig. Charakteristischer Waldepiphyt des ganzen neotropischen Reiches. Ihm werden viele früher abgetrennte Formen von den neueren Autoren als Varietäten untergeordnet, so *P. cordatum* Kze., mit tief-herzförmigen, gegenständigen Fiedern, aus Peru, u. a. — **BcβII2.** Sori und Adern eingesenkt: *P. fraxinifolium* Jacq. Vom Habitus des *P. brasiliense*, aber noch größer, die Spreite bis 1,2 m lang werdend, die Zahl der Sorusreihen oft noch erheblicher. In der Verbreitung mit voriger übereinstimmend. Eine eigentümliche Varietät, deren obere Fiedern breit angewachsen (wie bei **Bb**) sind, scheint auf die Urwälder der trop. Anden und Guianas beschränkt (*P. adnatum* Kze.).

Sect. III. *Phlebodium* R.Br. Seitenadern verbunden und geschlossene Maschen bildend. Aus dem äußeren Bogen der Maschen treten meist 2 Äderchen, die blind in der nach außen zu angrenzenden Masche endigen oder gemeinsam terminal 1 Sorus tragen (Fig. 163, *F*, *G*).

Übergänge dieser charakteristischen Aderung zu *Goniophlebium* wurden mehrmals gefunden. Große neotropische Arten.

A. Sori zwischen Rippe und Rand 1—2 Reihen bildend: *P. aureum* L. Rhizom weit kriechend, fingerdick, weich-beschuppt. B. an 0,3—0,6 m langem Stiele, Spreite 1—1,5 m lang, 0,2—0,45 m breit, tief-fiederschnittig oder z. T. gefiedert. Segmente 4—30-jederseits, ganzrandig oder kraus-gewellt, etwas lederig, oft bläulich überlaufen. Aderung vgl. Fig. 163, *F*. Oberseits tragen die Aderchen an ihrem Ende weiße Kalktüpfelchen. Neotropisch von Florida bis Nordargentinien. — Die Spreuschuppen werden hier und da gesammelt und als blutstillendes Mittel benutzt. Bei uns außerdem häufig als Zimmerblattpflanze cultiviert. — *P. areolatum* H.B.K. ist in allen Teilen weniger kräftig; es vertritt die Hauptart auf weiten Strecken.

B. Sori zwischen Rippe und Rand 4—6 Reihen bildend: *P. decumanum* Willd. B. breiter als bei voriger, sonst von ähnlichem Aufbaue, aber bedeutend abweichender Aderung (Fig. 163, *G*). Verbreitung beschränkter als bei voriger, von Südmexiko und Antillen bis Nordbrasilien in Wäldern.

Sect. IV. *Campyloneuron* Presl (*Cyrtophlebium* R.Br.). Seitenadern I. durch zahlreiche parallele Adern II. verbunden. Die entstehenden Maschen mit 2 bis mehr (selten nur 1) blinden oder terminal die Sori tragenden Äderchen (Fig. 163, *H*). Neotropische Arten.

A. B. ungeteilt, meist ganzrandig.

Aa. B. lineal bis länglich-lanzettlich, meist beiderseits sehr allmählich verschmälert. — **Aaα.** Gewöhnlich nur je 1 Äderchen in der Masche: *P. angustifolium* Sw. Rhizom beschuppt. B. kurz gestielt, 0,2—0,4 m lang, in der Breite wechselnd von fast drahtartigen Formen bis zu 2 cm breiten Bändern, am Rande oft umgerollt, lederig. Aderung häufig eingesenkt und undeutlich. Sehr variabele Felsenpflanze des neotropischen Reiches, oft epiphytisch, verbreitet und häufig von Mexiko bis zum nördlicheren Argentinien. In Cultur. — **Aaβ.** Fast stets je 2 Äderchen in der Masche: *P. laevigatum* Cav. Rhizom weitkriechend. B. kurz gestielt, 0,15—0,5 m lang, ganzrandig oder gewellt. Seitenadern I. etwas geschlängelt. Maschen 3—5 Reihen zwischen Rippe und Rand bildend. Lebensweise wie bei voriger, von Westindien bis Ostbrasilien. — *P. Phyllitidis* L., vom Habitus der vorigen, doch erheblich kräftiger. B. 0,5—0,8 m lang, 3—8 cm breit. Seitenadern I. gerade. Maschen 6—12 Reihen zwischen Rippe und Rand bildend. Gemeiner neotropischer Waldfarn, in mehreren Formen bekannt von Florida bis Uruguay. Ferner im tropischen Westafrika auf St. Thomas gefunden. — **Ab.** B. länglich oder oval, am Grunde plötzlich verschmälert, vorn in eine lange Spitze ausgezogen. Tropische Anden: *P. coarctatum* Kze. Rhizom weit kriechend. B. an 0,1—0,15 m langem Stiele, mit 0,2—0,3 m langer, breit-oblonger Spreite, die am Grunde sich plötzlich zu einem schmal-keilförmigen Saume des Blattstieles verengt. Maschen 12—15 Reihen zwischen Rippe und Rand bildend. — *P. sphenodes* Kze., kleiner als vorige. Blattspitze und Stiel jedoch noch schärfer von der Spreitenfläche abgesetzt (Fig. 163, *H*). Costarica bis Ecuador.

B. B. gefiedert.

P. decurrens Raddi. Rhizom holzig, kurz kriechend. B. dreieckig, 0,15—0,3 m lang gestielt. Spreite mit 1—6 Paar 0,2—0,3 m langer Fiedern. Maschen 6—9 Reihen zwischen Rippe und Rand bildend, jede Masche mit 2—3 Soris. Waldpflanze von Ostperu bis Ostbrasilien, oft epiphytisch. In Cultur. — *P. Fendleri* Eaton, fast doppelt so groß wie vorige, die Maschen in 8—12 Reihen zwischen Rippe und Rand mit je 3—4 Soris, vertritt sie in Columbien und Venezuela.

Sect. V. *Pleopeltis* H. & B. s. ampl. Seitenadern I. und II. reich verzweigt, ein dichtes unregelmäßiges Maschenwerk bildend (Fig. 164, *B*). Maschen oft nach verschiedenen Richtungen gewandte blinde Äderchen enthaltend. — Meist Epiphyten mit kriechendem Rhizome, das meist mit nicht schildförmigen Schuppen besetzt ist (Fig. 164).

§ I. *Integrifoliae.* B. ungeteilt, ganzrandig oder schwach gewellt.

A. Sori unregelmäßig oder in mehreren Reihen parallel zur Rippe angeordnet.

Aa. B. lineal, fast sitzend. Sori meist klein. — **Aaα.** B. dem Grunde zu ganz allmählich verschmälert. — **AaαI.** Aderung kaum vortretend: *P. tenuilore* Kze. (*Diblemma* J. Sm.). Rhizom kletternd. B. 0,2—0,5 m lang, höchstens 1,2 cm breit, von fester Textur, beiderseits kahl. Sori sehr zahlreich, klein. Philippinen. — *P. Playfairii* Bak. B. kürzer als vorige. Formosa. — **AaαII.** Aderung ± deutlich vortretend: *P. myriocarpum* Mett. B. 0,6—1 m lang, bis 0,07 m breit. Hinterindien, Malesien bis zu den Philippinen. — *P. irioides* Lam. (*Acrostichum punctatum* L.) kräftiger als vorige. B. fleischig, hellgrün. Epiphyt fast aller paläotropischen Waldgebiete. — *P. musifolium* Bl. B. noch breiter, oft 0,1 m breit. Die Aderung deutlicher hervortretend. Ein Teil des sterilen B. am Grunde herzförmig. Malesien: Übergang zu folgender. — **Aaβ.** B. am Grunde verbreitert-abgerundet: *P. linguaeforme* Mett. Eigentümliche, sehr ansehnliche Species, von Borneo bis zu den Salomonsinseln.

Ab. B. länglich, deutlich gestielt. Sori groß. (*Pleuridium* Presl pt.). — **Abα.** Aderung kaum vortretend: *P. superficiale* Bl. Rhizom glänzend-braun beschuppt. B. mit 0,1 m langem Stiele, 0,3 m langer, 5 cm breiter Spreite. Von Hinterindien die Khasiaberge und Westchina erreichend. — *P. induratum* Bak. B. bedeutend schmäler als bei voriger. Neuguinea. — **Abβ.** Aderung ± deutlich vortretend. — **AbβI.** Sori zwischen den Seitenadern I. je 1 Reihe bildend. — **AbβII.** Reihen der Sori unregelmäßig verlaufend: *P. hemionitideum* Wall. (*Colysis* Presl). B. 0,2—0,5 m lang, oft fast 0,1 m breit. Seitenadern I. sehr deutlich. Anordnung der großen Sori äußerst unregelmäßig. Vorderindien und Südchina. — *P. ensatum* Thunb., voriger nicht unähnlich, die Aderung etwas entwickelter, die Sori meist weniger zahlreich. Von Japan durch China bis Khasia. — **AbβI2.** Reihen der Sori regelmäßig verlaufend: *P. crassifolium* L. Rhizom holzig mit braunen, breit-eiförmigen, zugespitzten Schuppen (wie vorige beiden). B. mit 0,1—0,2 m langem Stiele, 0,4—1 m langer, oft 0,1 m breiter, dicklederiger Spreite, deren Oberseite ± zahlreiche Kalktüpfel zeigt. Gemein im ganzen neotropischen Reiche, ziemlich formenreich. — *P. platyphyllum* Sw. Rhizom mit pfriemlichen Schuppen. Sonst in Aufbau und Dimensionen vorigem durchaus ähnlich, die Kalktüpfel jedoch meist weit spärlicher. Malesien: Perak, Java, Borneo. — **AbβII.** Sori zwischen den Seitenadern I. je 2 bis mehrere Reihen bildend: *P. triquetrum* Bl. (incl. *P. rupestre* Bl.) in mehreren Formen von Malakka durch Malesien ostwärts bis Samoa und Fiji.

B. Sori regelmäßig, in 1 Reihe parallel zur Rippe angeordnet.

Ba. B. ± linealisch, fast sitzend. — **Baα.** Sori rund: *P. normale* Don. Rhizom kletternd, mit schwarzen fibrillösen Schuppen besetzt. B. 0,3—0,6 m lang, 2—5 cm breit, sehr allmählich beiderseits verschmälert. Aderung ziemlich deutlich. Hinterindien bis Malesien, am Himalaya bis Nepal, außerdem in Südostafrika. — *P. lineare* Thunb. (*Lepisorus* J. Sm.). Rhizom mit braunen, lanzettlichen Schuppen besetzt. B. kleiner und schmäler als bei voriger. Aderung kaum vortretend. Sori in der Jugend oft von schildförmigen Schuppen bedeckt. Gemeiner und höchst polymorpher Farn aller paläotropischen Waldgebiete nördlich bis Turkestan, China und Japan. — Nach Südosten zu vertritt es *P. Cunninghamii* Hook. (*P. lanceolatum* Cunn., *Dictymia* J. Sm. pt.) mit schmäleren B. und einfacherer Aderung. Neue Hebriden bis zum mittleren Neuseeland. — **Baβ.** Sori länglich. — **I.** Sori in der Mitte zwischen Rippe und Rand befestigt: *P. Brownii* Wickst. (*Dictymia attenuata* (R. Br.) J. Sm., *Dictyopteris* Presl pt.). B. zungenförmig, ganzrandig oder etwas geschweift, starr-lederig. Sori vortretend. Ostaustralien, Neucaledonien und Fijiinseln. — **II.** Sori dem Rande dicht genähert: *P. longifolium* (Bl.) Mett. (*Paragramme* Moore). B. am Rande oft etwas umgerollt, lederig. Sori eingesenkt. Malesien. — **III.** Sori den ganzen Raum zwischen Rippe und Rand füllend: *P. involutum* Bak. B. bis 0,3 m lang, sehr schmal. Rand weit eingerollt. Centralchina.

Bb. B. verhältnismäßig breiter, länglich bis breit-elliptisch (*Phymatopsis* J. Sm. pt.).

Bbα. B. fast sitzend. — **BbαI.** B. im vorderen Teile nicht zusammengezogen. — **BbαI1.** Aderung deutlich vortretend. — * Sori rund: *P. lycopodioides* L. (*Anapeltis* J. Sm. pt.). Rhizom weithin kriechend, dicht bedeckt mit lanzettlich-pfriemlichen Schuppen. B. zerstreut, dimorph: die sterilen 0,05—0,1 m lang, bis 2,5 cm breit, die fertilen länger und schmäler, beide völlig kahl. Rindenepiphyt fast aller tropischen Länder, gemein im wärmeren Amerika, seltener in Asien, wo nur Java angegeben wird. — *P. Annabellae* Forbes, mit herzförmig-runden sterilen B. Neuguinea. — *P. Lindbergii* Mett., unterscheidet sich durch fast gleichgestaltete B., ist aber vielleicht nur Varietät der folgenden Species. In Urwäldern von Minas Geraes. — ** Sori länglich: *P. persicariifolium* Schrad. (*Microgramme* Presl). In Habitus und Lebensweise mit vorigen übereinstimmend und durch Übergänge (z. B. *P. Thurnii* Bak.) damit verbunden. Guatemala, Trinidad, nördliches Südamerika. — **BbαI2.** Aderung kaum hervortretend: *P. rostratum* Hook. B. lanzettlich, zugespitzt, etwas zu Dimorphismus geneigt. Östlicher Himalaya bis Westchina verbreitet. — *P. drymoglossoides* Bak. B. stumpf, etwa halb so groß als bei voriger, ihr Dimorphismus stärker ausgeprägt. Im Berglande Mittelchinas. — *P. cyclophyllum* Bak., ebenfalls deutlich dimorph. China. — **BbαII.** B. im vorderen (fertilen) Teile zusammengezogen: *P. accedens* Bl. Sterile B. 2—4 cm lang, oblong, stumpf, fertile 5—7 cm lang, am Grunde breit, ziemlich unmittelbar in das schmälere fertile Endstück zusammengezogen. Sori relativ groß. Malakka, Malesien, Polynesien. — *P. macrosorum* Bak. Formosa.

Bbβ. B. ± langgestielt. — **BbβI.** Aderung deutlich vortretend. — **BbβI1.** Sterile und fertile B. gleichgestaltet: *P. Griffithianum* Hook. Rhizom reich beschuppt. B. an 0,07—0,15 m langem Stiele. Spreite 0,15—0,2 m lang, bis gegen 6 cm breit, lederig. Osthimalaya, Khasiaberge. — **BbβI2.** B. dimorph: *P. rhynchophyllum* Hook. Fertile B. doppelt länger als die sterilen, erheblich schmäler, lang zugespitzt. Sori meist auf den vordersten Teil beschränkt. Khasiaberge und nordwestlichstes Hinterindien in der Bergregion. — **BbβII.** Aderung kaum vortretend: *P. megalophyllum* Desv. (*P. Schomburgkianum* Kze.). Rhizom dick, dicht beschuppt. B. an 2—5 cm langem Stiele, 0,3—0,45 m lang, oft fast 0,1 m breit, ihr Rand verdickt. Sori groß. Guiana, Amazonasgebiet.

C. Sori oft ± zusammenfließend, eine zusammenhängende Reihe parallel zu den Seitenadern I. bildend. — Sterile B. länglich-eiförmig, fertile meist schmäler.

Ca. Blattstiel abgegliedert vom Rhizome. (*Selliguea* Bory pr. p., *Gymnogramme* Hk.Bk. Synops. sp. 71—79).

Caα. B. von häutiger Textur. Hauptadern wenig vortretend: *P. Selliguea* Mett. (*Gymnogramme membranacea* Hook.). Rhizom mit pfriemlichen Schuppen. B. an 0,05—0,15 m langem Stiele. Spreite 0,15—0,3 m lang, bis 4 cm breit, am Grunde lang verschmälert und weit herablaufend, ganzrandig, kahl, trocken schwarz. Maschen gleichgroß, sechsseitig. Malesien bis zu den Philippinen. — *P. Wrightii* (Hook.) Mett., von ähnlichen Dimensionen, aber die Spreite in der Mitte plötzlich zusammengezogen und von da sehr langsam in den Blattstiel verschmälert, am Rande unregelmäßig geschweift. Luchuinseln, Formosa. — *P. Henryi* (Bak.) Diels. China. — *P. macrophyllum* Mett., meist erheblich größer als vorige. Rhizomschuppen lanzettlich. Maschen vierseitig, mit vielen blinden Äderchen. Schöne Art Malesiens von Java bis Neuguinea. — **Caβ.** B. lederig. Hauptadern stark vortretend. — **CaβI.** Rhizomschuppen groß, breit-lanzettlich: *P. caudiforme* Bl. B. mit 0,15 m langem Stiele, 0,15—0,2 m langer, am Grunde kurz verschmälerter oder abgerundeter Spreite. Die sterile ist 7—10, die fertile 2,5—5 cm breit. Sori oft verlängert. Hinterindien, Malesien (dort auf den Vulkanen hoch ansteigend), Melanesien, Polynesien. Sehr ähnlich manchen Formen von *P. triquetrum* Bl. (s. S. 315). *P. Féei* Mett., unterscheidet sich nur unerheblich davon. Java. — **CaβII.** Rhizomschuppen lineal: *P. heterocarpum* Mett., vom Habitus der vorigen. Typus einer in Südostasien außerordentlich formenreichen Gruppe, der z. B. *P. Hamiltonianum* (Wall.) Mett., *P. cantoniense* (Bak.) Diels angehören. Letztere (aus China) mit sehr stark ausgeprägtem Dimorphismus der sterilen und fertilen Blätter: erstere breit-oval oder herzförmig, die fertilen schmal-lanzettlich. Auch *P. iridifolium* (Christ) Diels, Celebes, mit deutlich dimorphen B. gehört vielleicht hierher.

Cb. Blattstiel nicht vom Rhizome abgegliedert, sonst wie vorige (*Loxogramme* Presl; *Gymnogramme* Hk.Bk. Synops. sp. 66—70 pt.).

Äußerst nahestehende Formen der paläotropischen Waldgebiete, von zweifelhafter systematischer Stellung.

P. Loxogramme Mett. (*Gymnogramme lanceolata* (Sw.) Hook.). B. kurzgestielt. Spreite von verschiedener Größe, fleischig-lederig, kahl. Aderung meist kaum vortretend. Maschen mit oder ohne blinde Äderchen. Sori in schiefen Reihen parallel den Seitenadern I. Paläo-

tropisch von Westafrika bis Samoa, Südafrika bis Cafrarien, in Ostasien bis Japan vordringend. Typus der Gruppe. Im östlichen Teile ihres Areales schließen sich daran eine Reihe sehr schwach umgrenzter Nebenarten, deren Unterscheidung durch confuse Angaben den Autoren noch bedeutend erschwert ist.

§ II. *Lobatae.* B. breit, oft herzförmig, dreilappig; die zwei seitlichen Lappen gefördert, von einander oft durch eine tiefe Bucht geschieden. Sori klein, zahlreich, unregel-

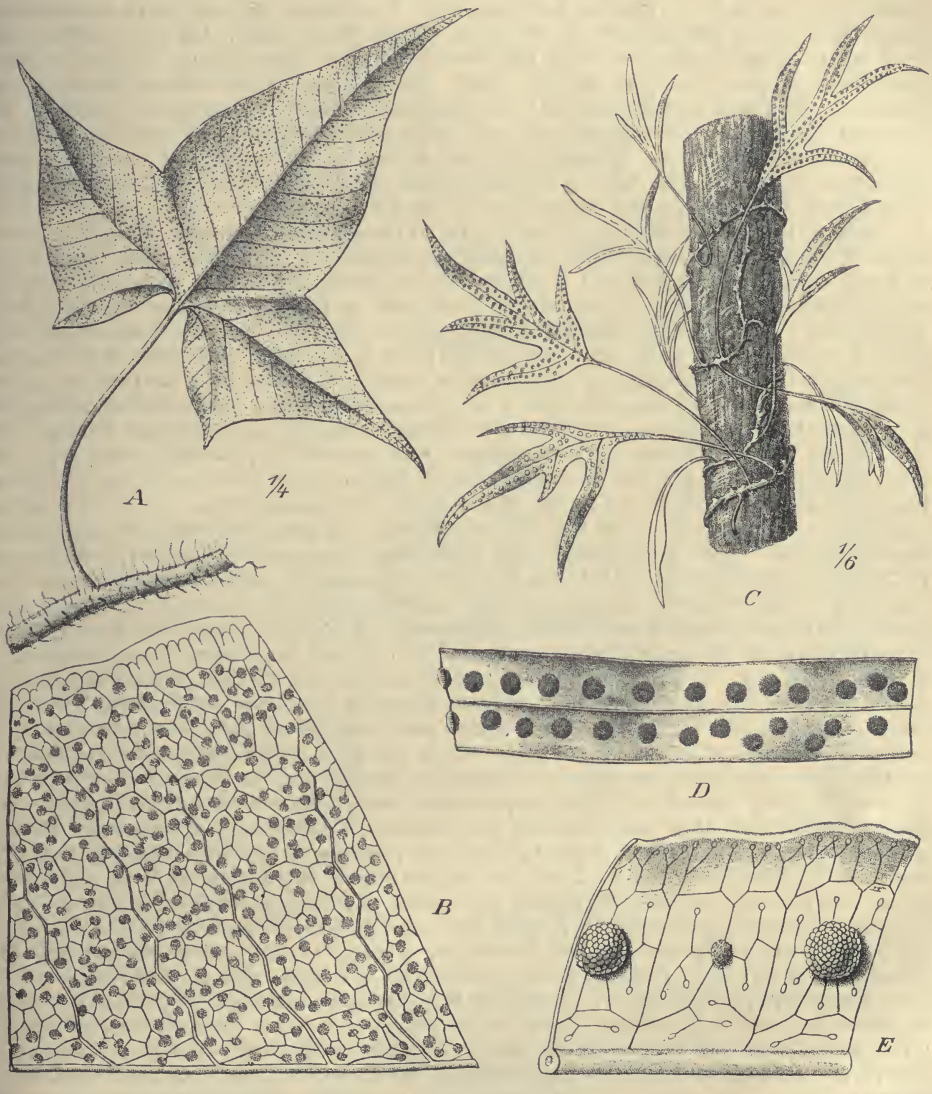


Fig. 164. *Polypodium* Sect. V. *Pleopeltis* H. & B.: *A, B P. spectrum* Kaulf.: *A* Habitus, *B* Teil des B. mit Aderung. *C, D P. Phymatodes* L.: *C* Habitus; *D* Teil eines fertilen Segmentes. — *E P. albido-squamatum* Bl.: Teil eines B. mit Aderung. (*E* nach Hooker; *A—D* Original.)

mäßig über die gesamte Unterseite des B. zerstreut. Typus von zweifelhafter Verwandtschaft (Fig. 164, *A, B*): *P. spectrum* Kaulf. Rhizom weitkriechend, pfriemlich-beschuppt. B. mit 0,05—0,12 m langem Stiele und 0,1—0,2 m im Durchmesser haltender, häufig auch breiterer, etwas an Epheulaub erinnernder, 3-, seltener 5-lappiger Spreite. Lappen spitz. Flächen kahl. Aderung stark vortretend. Felsen und Baumstämme. Sandwichinseln nicht selten. —

P. Sagitta Christ, voriger in der Tracht ähnlich, aber von lederiger Textur und kaum sichtbarer Aderung. Kalkfarn der Philippinen.

§ III. *Pinnatifidae* (incl. *Phymatodes* Presl, *Phymatopsis* J. Sm.). B. fiederspaltig, ausnahmsweise auch einfach. Segmente am Grunde nicht verschmälert. Gerontogäische Gruppe, in Malesien am formenreichsten entwickelt.

A. B. dem Grunde zu verschmälert.

Aa. Sori klein, unregelmäßig zerstreut. Blattspreite weit am Stengel herablaufend: *P. pteropus* Bl. Rhizom weitkriechend. B. seltener einfach, länglich-lanzettlich, lappig-fiederspaltig, am häufigsten 3-lappig mit langem Endsegment, das am Grunde jederseits mit 1—2 entsprechenden, doch kürzeren Seitenlappen versehen ist. Stiel 0,1—0,15 m lang. Spreite 0,1—0,2 m lang, bis 5 cm breit. Textur dünn. Farbe dunkel. Erdfarn. An stehenden Gewässern und Bächen im indo-malesischen Gebiete verbreitet. — *P. insigne* Bl., habituell mit voriger übereinstimmend, doch meist erheblich größer und kräftiger. Malesien bis zu den Philippinen. — *P. dilatatum* Wall. B. mit 0,4 m langem, fast bis zum Grunde geflügeltem Stiele. Spreite 0,4—1,5 m lang. Segmente 8—15 jederseits, diese 0,2 m lang, 4 cm breit. Von Vorderindien durch Malesien bis Polynesien.

Ab. Sori groß, meist regelmäßig in Reihen angeordnet. — **Abα.** Sterile und fertile B. annähernd gleichgestaltet. — **AbαI.** B. dreilappig, seltener einfach ungeteilt: *P. hastatum* Thunb. B. mit 0,05—0,1 m langem Stiele. Spreite 0,1—0,2 m lang, lederig, kahl, unterseits blassgrün. Aderung vortretend. Sori groß, in 1 Reihe zwischen Rippe uud Rand angeordnet. China, Japan. — **AbαII.** B. fiederspaltig, meist mit mehreren Segmenten jederseits: *P. trifidum* Don, wohl nur gegliedertere Form des vorigen, mit dem es in Ostasien zusammen vorkommt; gleichzeitig aber greift es nach Vorderindien über. — Dort findet sich unter anderen nahen Verwandten auch z. B. *P. malacodon* Hook., unterschieden durch fast herzförmige Basis der Spreite und häufig fein-gesägte Segmente, bemerkenswert als Bewohner der höheren Lagen des Osthimalaya (zwischen 3000 und 4000 m). — Noch mehr steigt die Zahl der Segmente des B. bei *P. Phymatodes* L. Rhizom weithin kriechend, an der Oberfläche mit fibrillösen Schuppen besetzt. B. mit 0,1—0,3 m langem Stiele. B. sehr verschieden gestaltet, selten einfach, oft bis 1 m lang, 0,3 m breit, in zahlreiche Segmente geschnitten, fleischig-lederig. Aderung eingesenkt. Sori groß, flach eingesenkt, bei den größeren Formen ziemlich regellos angeordnet, bei den kleineren regelmäßiger nahe der Rippe gereiht (Fig. 164, *C, D*). Weitverbreiteter Farnepiphyt aller paläotropischen Waldgebiete, nur aus Vorderindien merkwürdigerweise nicht sicher angegeben. Wird des Aromas der B. halber von den Eingeborenen Polynesiens zerquetscht und dem Cocosöl zur Parfümierung zugesetzt. — *P. pustulatum* Forst., voriger nahestehend, doch meist erheblich kleiner. Rhizom mit pfriemlichen Schuppen. B. breit-lanzettlich, in 2—8 Segmente jederseits geschnitten. Sori groß, tiefer eingesenkt als bei vorigen, in 1 Reihe nahe dem Rande angeordnet. Norfolk, Ostaustralien, Neuseeland. Epiphyt und Liane, häufig auf hohe Bäume klimmend. Trocken von starkem Cumaringeruche, zur Parfümerie verwandt, häufig auch als Zierpflanze cultiviert. — *P. Billardieri* R.Br. Rhizom mit eiförmigen, hyalinen, braun-centrierten Schuppen. Sonst voriger ähnlich, gewöhnlich aber von kleineren Dimensionen. Verbreitung mit voriger im wesentlichen übereinstimmend. Eine entwickeltere Form vicariiert auf Neucaledonien (*P. Vieillardii* Mett.). — *P. nigrescens* Bl. B. mit 0,3—0,5 m langem Stiele. Spreite bis 1 m lang, 0,3—0,45 m breit, mit zahlreichen, ziemlich breiten Segmenten. Aderung erheblich deutlicher als bei vorigen. Sori tiefer eingesenkt, in 1 Reihe nahe der Rippe angeordnet. Östliche Paläotropen von Vorderindien bis Queensland und Polynesien, in manchen Districten durch nahestehende Nebenarten ersetzt (z. B. *P. Powellii* Bak. auf Samoa, mit kaum eingesenkten Soris).

Abβ. B. stark dimorph: *P. incurvatum* Bl. Sterile B. dreieckig, etwa 0,2—0,3 m im Durchmesser, drei- (selten mehr-)lappig; fertile größer, 0,3—0,6 m lang, mit meist 2—3 Paar 0,1—0,2 m langer, nur 0,7 cm breiter Segmente jederseits versehen. Sori in 1 Reihe angeordnet, tief versenkt in sackartige Einstülpungen der Spreite (Fig. 165). Ausgezeichnete Form Malakkas.

Ac. Sori stets zusammenfließend, eine zusammenhängende Reihe parallel zu den Seitenadern II. bildend. Schließt sich an **Aa** an: *P. ellipticum* Thunb. (*Gymnogramme decurrens* (Wall.) Hook.). Rhizom weitkriechend. Blattstiel oft über 0,6 m lang. B. 0,3—0,5 m lang, etwa 0,15—0,3 m breit. Segmente 3—10 jederseits, lanzettlich, zugespitzt. Malesien und Nachbarländer von Nepal bis Japan und Queensland. — Eine kleinere Form ist *P. Maingayi* (Bak.) Diels von Malakka.

B. B. am Grunde breit-herzförmig, buchtig-gelappt, lederig. Die untersten Lappen steril, dick-lederig, chlorophyllarm, mit kräftigem, und nach Verwitterung der Blattsubstanz

bleibendem Aderngerüst zur Aufsammlung des Humus in ähnlicher Weise wirksam, wie die Nischenblätter von *Drynaria*. Rhizom mit linealen, glänzenden Schuppen besetzt. Monsungebiet Südostasiens.

Ba. Fertile Segmente nicht zusammengezogen.

Baα. Sori rund, in mehreren Reihen zwischen den Seitenadern I.: *P. Heracleum* Kze. Stamm dorsiventral, saftig, weit hinauf an den Bäumen kletternd, oft in Spiralen. B. einzeilig auf dem Rücken des Stammes, 0,6—2,5 m lang, 0,6—0,8 m breit. Der obere Teil der Spreite tief-fiederspaltig mit dreieckigen, bis 0,5 m langen, 0,1 m breiten Segmenten, deren untere buchtig gelappt. Aderung stark vortretend. Dieses *Polypodium*, die riesigste Art der Gattung, lebt gewöhnlich epiphytisch an Stämmen, seltener terrestrisch. Malesien von Perak bis Neuguinea. — **Baβ.** Sori länglich, in 1 Reihe zwischen den Seitenadern I.: *P. coronans* Wall. B. einen Trichter bildend, 0,6—1,2 m hoch, 0,3—0,45 m breit, mit stark verbreiterter Basis sitzend, im übrigen vom Habitus der vorigen. Hinterindien, nördlich übergreifend bis zum Bhutan-Himalaya (dort selten), Hongkong, Formosa.

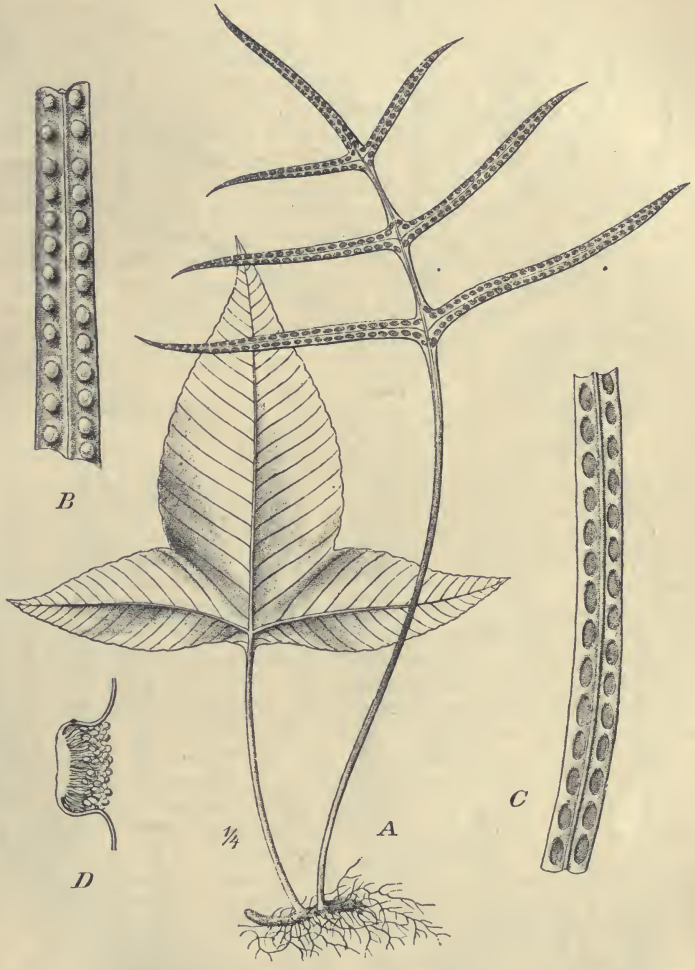


Fig. 165. *Polypodium incurvatum* Bl. *A* Habitus; *B*, *C* Teil eines fertilen Segmentes: *B* oberseits, *C* unterseits; *D* Längsschnitt durch den Sorus. (Original.)

Bb. Fertile Segmente stark zusammengezogen, tief-gelappt, jeder Lappen mit 1 Sorus. (*Aglaomorpha* Schott, *Psygmium* Presl): *P. Meyenianum* Schott. B. 0,6—1 m lang, 0,2—0,3 m breit, lederig, aus breitester, nierenförmiger, eingeschnittener Basis in ein steriles, tief-fiederspaltiges Mittelstück, dann plötzlich in das fertile Endstück übergehend. Dieses besteht aus schmal-linealen, etwa 0,15—0,2 m langen Fiedern (Fig. 166, *A*—*C*). Philippinen. Interessante Species, auch in Cultur.

§ IV. *Pinnatae*. B. gefiedert. Fiedern am Grunde zusammengezogen. Sori in 1—2 Reihen parallel der Rippe. — Unmittelbarer Anschluss an § III, ebenfalls auf das Monsungebiet Südostasiens beschränkt. Auch zu Sect. VI. *Aspidopodium* bestehen sehr enge Beziehungen, jedoch sind die Schuppen des Rhizoms stets linealisch bis eilanzettlich, am Grunde befestigt.

A. B. ohne Kalktüpfel. — **Aaα.** Fiedern z. T. noch angewachsen: *P. palmatum* Bl. Rhizom mit großen Schuppen. B. an 0,15—0,3 m langem Stiele. Spreite 0,15—0,5 m lang, mit Endfieder und 1—6 Paar ähnlichen Seitenfiedern, die noch unselbständiger sind als die

Fig. 166. *A—C Polypodium Meyenianum* Schott: *A* Habitus; *B*, *C* Teile der Hälfte der Fiedern: *B* der sterilen, *C* der fertilen; *D—F P. sinuosum* Wall.: *D* Schildschuppe des Rhizoms, *E* Habitus, *F* Teil der Hälfte eines Blattes mit Aderung. — *G Enterosora Campbellii* Bak.: Blattquerschnitt. (*C* nach Mettenius; sonst Original.)

der folgenden Arten, indem sie der Spindel etwas angewachsen bleiben. Malesien bis Philippinen. — Das verwandte *P. Moseleyi* Bak. auf den Molukken.

Aaβ. Fiedern frei. — **AaβI.** Fiedern mit verdicktem Rande: *P. juglandifolium* Don (*Arthromeris* J. Sm.). Rhizom mit großen eiförmigen Schuppen. B. an 0,3 m langem Stiele, mit 0,45—0,6 m langer, 0,3 m breiter, etwas lederiger Spreite. Östlicher Himalaya, bis über 3000 m aufsteigend. — **AaβII.** Fiedern mit trockenhäutigem Rande: *P. himalayense* Hook., voriger ähnlich, aber die Fiedern breiter, die Seitenadern stärker vortretend. Ziemlich formenreich in Gebirgswäldern des Osthimalaya, in Birma, Westchina.

Ab. B. oberseits mindestens am Rande dicht mit Kalktüpfeln besetzt: *P. albido-squamatum* Bl. Rhizom mit langen, fibrillösen Schuppen. B. an 0,15—0,3 m langem Stiele. B. 0,3—0,6 m lang, 0,3 m breit, selten einfach, meist gefiedert, die unteren Fiedern gestielt. Aderung in der Regel wenig vortretend (Fig. 164, *E*). Malesien bis Neuguinea. — *P. varians* Bl., mit schmäleren Fiedern und deutlicherer Aderung, ebenfalls durch Malesien.

Sect. VI. *Aspidopodium* Diels (*Myrmecophila* Christ). Seitenadern I. und II. reich verzweigt, ein dichtes unregelmäßiges Maschenwerk bildend, wie bei Sect. *Pleopeltis* (Fig. 166, *F*). — Epiphyten mit kriechendem, halbcylindrischem, knollig angeschwollenem Rhizome, das außen dicht mit ± runden Schildschuppen (Fig. 166, *D*) besetzt ist, unten mit abgeplatteter Ansatzfläche dem Substrate anliegt, oberseits gewölbt auf zapfenförmigen Höckern die B. trägt, und innen durch Absterben eines umfangreichen Wassergewebes zuletzt hohl wird. Die Höhlung wird regelmäßig von Ameisen bewohnt. (Vgl. Goebel in Ann. Jard. Buitenzorg VII, 1 ff., Karsten, XII, 168 ff.). Fertile B. etwas länger und schmäler als die sterilen. Aderung kaum vortretend. Sori groß, meist in eine Einstülpung der Blattfläche eingesenkt. Malesien.

Seitengruppe zu Sect. *Pleopeltis*, durch die merkwürdige Ausbildung und Bekleidung des Rhizoms gekennzeichnet.

A. Sori dem Rande genähert. B. meist ungeteilt, ganzrandig: *P. sinuosum* Wall. Rhizom weithin kriechend, 2—3 cm hoch und breit. B. an 2—5 cm langem Stiele, die sterilen mit 0,1—0,15 m langer Spreite, die fertilen länger und am Rande häufig geschweift. Textur lederig (Fig. 166. *D—F*). Epiphyt an lichtbelaubten Bäumen. Malesien von Malakka bis zu den Neuen Hebriden. — **B.** Sori der Segmentrippe genähert. B. fiederspaltig: *P. sarcopus* De Vriese & Teysm. Rhizom stark aufgeschwollen, 0,1 m im Durchmesser, an der glatten Ansatzfläche feinfaserig, innen gekammert und mit filzartigem Belage ausgekleidet. B. an 0,2—0,3 m langem Stiele, die Spreite 0,4 m lang, etwa 0,15 m breit. Segmente jederseits 30—35, ganzrandig, 7—10 cm lang, von fleischiger Textur. Sori groß, zahlreich, stark eingesenkt, die Einstülpung erhaben gerandet. Epiphyt auf Celebes, namentlich an den Erythrinen der Kaffeeplantagen. — *P. imbricatum* Karsten, vorigem ähnlich, aber die Rhizomschuppen völlig schwarz. Amboina zwischen 900 und 1000 m. — *P. lomarioides* Kze. Kleiner als vorige. Rhizom nur 3 cm im Durchmesser. B. ausgeprägter dimorph: die sterilen nur fiederlappig mit 2 cm breiten Segmenten, die fertilen länger, bis zur Rippe fiederschnittig mit zahlreicheren, ± 1 cm breiten Segmenten. Malesien östlich bis Formosa und Philippinen. — **C.** Sori der Segmentrippe genähert. B. gefiedert: *P. leiorhizon* Wall. Rhizom sehr dick, seine eiförmigen Schuppen angedrückt. B. mit 0,3—0,6 m langem Stiele. Spreite 0,6—1,2 m lang, 0,3—0,6 m breit. Untere Fiedern gestielt, ganzrandig. Aderung fein-netzig. Nilghiris, östlicher Himalaya, Westchina, bis 2500 m aufsteigend. Die für die Section charakteristische Ausbildung des Rhizoms ist bei dieser nördlichsten Art nur angedeutet. Sie bildet eine Brücke zu Sect. V.

Fossil kommen Blattreste, die sehr an solche von *Polypodium*-Arten erinnern, mehrfach im Tertiär vor, hier und da sogar mit Soren, deren Sporangien jedoch leider nicht genügend erhalten sind, so z. B. bei *Polypodium oligocaenium* Friedrich, aus dem Oligocän der Provinz Sachsen. Aus dem Pliocän Frankreichs ist *Polypodium vulgare* bekannt (Boulay, Flore pliocène des environs de Théziers (Gand) Paris 1890 Taf. VII Fig. 5. (H. Potonié.)

98. **Enterosora** Bak. Sori länglich oder länglich-cylindrisch, tief eingesenkt in die Blattsubstanz und von ihr bis auf eine enge Spalte völlig verschlossen (Fig. 166, *G*). — B. ungeteilt. Seitenadern gegen den Rand hin anastomosierend und sechseckige, je 1 Sorus enthaltende Maschen bildend.

2 Arten der nördlichen Neotropen.

Diese Gattung muss hinsichtlich ihrer Verwandtschaft noch zweifelhaft bleiben. Ich sah keine der beiden Arten.

E. Campbellii Bak. Rhizom fast aufrecht, beschuppt. B. mit 0,1—0,12 m langem, unterseits schwach fibrillösem Stiele und ungeteilter, 0,15—0,2 m langer, kahler, am Rande gelappter Spreite. Tracht von *Polypodium trifurcatum*. Obere Regionen des Roraima, Guiana. — *E. Fawcetti* Jenman, kleiner. B. dicht mit kleinen Schuppen bedeckt. Rand kaum gelappt. Wälder Jamaikas.

99. **Lepicystis** J. Sm. emend. (incl. *Craspedaria* Fée, *Lopholepis* J. Sm., *Micropteris* J. Sm. pt. non Desv. — *Polypodii* sp. autt., Hk. Bk.). B. ± mit schildartig befestigten, oft gefransten Spreuschuppen besetzt (Fig. 167 *D*). Sonst wie *Polypodium*.

Fig. 167. *Lepicystis* J. Sm.: *A*, *B* *L. chrysolepis* (Hook.) Diels: *A* Habitus, *B* Teil eines Blattes. — *C*, *D* *L. macrocarpa* (Presl) Diels: *C* Habitus, *D* Spreuschuppe des B. (*A*—*C* nach Hooker; *D* Original.)

Felspflanzen oder Epiphyten. Gegen 20 Arten im wärmeren Amerika, besonders den Anden, nur 1 über Amerika hinaus verbreitet.

Kleine Nebengattung von *Polypodium*, in der Blattentwickelung ähnliche Stufen durchlaufend.

Sect. I. *Eulepicystis* Diels. Adern frei.

A. *Integrifoliae*. B. ungeteilt, ganzrandig.

L. chrysolepis (Hook.) Diels. Überall dicht beschuppt. B. mit 2,5—3 cm langem Stiele und 2,5—4 cm langer, dicklederiger Spreite, mit goldfarbenem Schuppenfilz bedeckt. Sori groß, rund, der Rippe näher als dem Rande (Fig. 167, *A*, *B*). Schöne, wie es scheint wenig verbreitete Form der Anden von Ecuador bis Bolivien; in der subandinen Region zwischen Moospolstern und an Baumstämmen weithin kriechend.

B. *Pinnatae*. B. einfach-gefiedert.

Ba. Unterste Fiedern etwas kürzer als die folgenden: *L. macrocarpa* (Presl) Diels. B. an 0,02—0,06 m langem Stiele. Spreite bis 0,1 m lang, etwa 2—3 cm breit, oberseits kahl, unterseits ziemlich dicht beschuppt. Fiedern spitzwinkelig abstehend. Sori ziemlich groß (Fig. 167, *C*—*D*). Anden von Peru bis Chile und Argentina. — **Bb.** Unterste Fiedern kaum kürzer als die folgenden: *L. plebeia* (Schlecht.) Diels. B. an 0,1—0,2 m langem Stiele. Spreite 0,15—0,3 m lang, bis 0,15 m breit, unterseits sparsam beschuppt. Fiedern recht-

winkelig abstehend. In einigen Formen an Felsen und Bäumen, verbreitet in den nördlichen Anden (bis Peru), besonders in der »subandinen« Region. — *L. furfuracea* (Schlecht.) Diels. Von voriger fast nur durch starrere Textur und dichtes weißgraues Schuppenkleid der Unterseite verschieden. Mexiko.

C. *Compositae.* B. doppelt- bis mehrfach-fiederspaltig oder doppelt-gefiedert. Unterste Fiedern I. kaum verkürzt. Rhizom weitkriechend. Blattstiel lang. Nördliche Anden.

Ca. Segmente II. ganzrandig: *L. fallax* (Schlecht.) Diels (*Micropteris* J. Sm. pt., non Desv.). B. zerstreut-stehend, mit 3 cm langem Stiele und 3—4 cm langer Spreite. Fiedern I. jederseits 2—3, unterseits zerstreut-beschuppt. Sori groß, oft den Blattrand überragend. Gebirge Centralamerikas zwischen 1000 und 2000 m. — *L. murorum* (Hook.) Diels, bedeutend größer und kräftiger als vorige. B. bis 0,15 m lang. Rindenepiphyt von Costarica bis Ecuador, in den höheren Gebirgsregionen.

Cb. Segmente II. wiederum fiederspaltig: *L. onusta* (Hook.) Diels, von vorigen hauptsächlich durch die fortgeschrittenere Gliederung des Blattsaumes unterschieden, ebenfalls von Columbien bis Ecuador. — *L. Friedrichsthaliana* (Kze.) Diels. B. 0,3 m lang, 0,1 m breit, mit zahlreichen, regelmäßigen, doppelt-fiederteiligen Fiedern I., unterseits ziemlich dicht mit silbergrauen, gezähnten Spreuschuppen besetzt. Sori groß, den Rand überragend. Schöner Farn, von Mexiko bis Costarica in den Gebirgen. In Costarica gegen Schlangenbiss gebraucht.

Sect. II. *Goniolepicystis* Diels. Seitenadern verbunden und Maschen bildend nach Art von *Polypodium* Sect. *Goniophlebium* (s. S. 311).

A. B. ungeteilt, dimorph: die sterilen rundlich, die fertilen länger und schmäler. Rhizom weitkriechend, dünn (*Craspedaria* Fée, *Lopholepis* Sm.).

Aa. B. erwachsen meist völlig kahl: *L. vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Diels. Rhizom weithin kriechend, federdick. B. fast sitzend, die sterilen 5—6 cm lang, etwa halb so breit, die fertilen länger, breit-lineal. Maschen 2—3 Reihen bildend, die Sori je 1 längs der Rippe. Rindenepiphyt, dichte Teppiche bildend, sehr verbreitet im neotropischen Reiche von den Antillen bis Uruguay und Westargentinien. — **Ab.** B. stets mit Haaren und Schuppen besetzt: *L. piloselloides* (L.) Diels. Voriger sehr ähnlich, doch etwas kleiner. Sori groß, oft die ganze Blattfläche einnehmend, oder sie sogar überragend. In Verbreitung und Häufigkeit mit voriger übereinstimmend.

B. B. gefiedert.

Ba. Unterste Fiedern stark verkürzt: *L. lepidopteris* (Kze.) J. Sm. Rhizom kurzkriechend. B. zerstreut, oft sehr kurz gestielt. Spreite bis 0,3—0,4 m lang, 4—6 cm breit. Fiedern genähert, zahlreich, starr, namentlich unterseits dicht mit roten oder helleren Schuppen verhüllt. Sori groß, oft die ganze Unterfläche füllend. Auf Sandboden, an Felsen oder als Epiphyt von Mexiko bis Uruguay weitverbreitet. In der Medicin der Eingeborenen als Wurmmittel in Ansehen.

Bb. Unterste Fiedern kaum verkürzt: *L. incana* (Sw.) J. Sm. Rhizom weitkriechend, dicht beschuppt. B. mit 5 cm langem Stiele, 0,1—0,15 m langer, 4 cm breiter Spreite. Fiedern nur 6—10 jederseits, starr-lederig, unterseits dicht mit grauem Schuppenkleide bedeckt. Lebensweise wie vorige, in Amerika von den Vereinigten Staaten (von Virginia südlich) bis Nordargentinien, Uruguay, Chile, außerdem im südöstlichen Afrika vom Zambesi bis Capstadt. — *L. squamata* (L.) J. Sm., bedeutend größer, die Bucht zwischen den Fiedern relativ breiter. Mittelamerika und nördliche Anden bis Peru. — Auch *L. thyssanolepis* (A. Br.) Diels, durch etwas unregelmäßige Gestaltung der Fiedern ausgezeichnet, bewohnt die festländischen Gebirge von Texas bis Peru.

Sect. III. *Phlebolepicystis* Diels. Aderung sehr entwickelt, mit dichter Maschenbildung nach Art von *Polypodium* Sect. *Pleopeltis* (s. S. 315).

A. *Integrifoliae.* B. ungeteilt, ganzrandig: *L. lanceolata* (L.) Diels. Rhizom weitkriechend, holzig, dicht beschuppt. B. mit 2—4 cm langem Stiele, mit 0,1—0,2 m langer, lederiger Spreite. Sori groß, in jeder Reihe 10—15, eingesenkt, zuweilen zusammenfließend (*Gymnogramme elongata* Hook.). Fast in allen Waldgebieten der Tropen, am meisten verbreitet in Amerika, bis Südchile, dagegen in den eigentlich malesischen Ländern bisher nicht aufgefunden. — *L. percussa* (Cav.) Diels. Etwas größer als vorige. Sori in jeder Reihe 20—30, tief eingesenkt in entsprechende Einstülpungen der Blattfläche. Häufiger Epiphyt der Urwälder des warmen Südamerika.

B. *Pinnatifidae.* B. tief-fiederspaltig: *L. angusta* (Kunth) Diels. Rhizom mit linealen braunen Schuppen bedeckt. B. mit 0,05—0,12 m langem Stiele. Spreite 0,15—0,25 m mit langem Endsegment und einigen kürzeren Seitenpaaren. Textur lederig. Aderung undeutlich.

Sori groß, nicht eingesenkt. In mehreren variabelen Formen von Mexiko bis Paraguay und Ostargentinien. — *L. leucospora* (Klotzsch) Diels. Rhizom mit lanzettlichen, hyalinen, braun centrierten Schuppen. B. weniger tief eingeschnitten als bei voriger, sonst ähnlich. Vielleicht abnormer Zustand von *L. lanceolata* (s. oben). Columbien.

100. **Niphobolus** Kaulf. (incl. *Apalophlebia* Presl, *Candollea* Mirb. pt., *Cyclophorus* Desv., *Galeoglossa* Presl, *Gyrosorium* Presl, *Niphidium* J. Sm., *Niphopsis* J. Sm., *Polycampium* Presl, *Pyrrosia* Mirb., *Scytopteris* Presl, *Sphaerostichum* Presl — *Polypodii* sp. autt., Hk. Bk.). B. fast stets ungeteilt und ganzrandig, ± mit einem aus Sternhaaren (Fig. 168, *C*) gebildeten Filze besetzt. Seitenadern ± reich verzweigt, ein entwickeltes Maschenwerk bildend. Im übrigen wie *Polypodium* (Fig. 168).

Fig. 168. *Niphobolus* Kaulf.: *A N. serpens* (Forst.) J. Sm.: Habitus; *B, C N. tricuspis* (Sw.) J. Sm.: *B* Blatt, *C* Sternhaar; *D N. linearifolius* (Hook.) Giesenh. (*A* nach Hooker & Greville; *B—D* Original.)

Felsenpflanzen oder Epiphyten. 25 Arten, hauptsächlich paläotropisch und wiederum am formenreichsten in Indo-Malesien bis zum gemäßigten Ostasien und Polynesien. Außerdem 2 etwas abweichende Species auf den nördlichen Anden.

Nebengattung zu den mit complicierterer Aderung versehenen *Polypodium*-Sectionen. Die polymorphe, schwierige Gruppe bedarf einer neueren Durcharbeitung. Die folgende Übersicht stützt sich auf die von Mettenius (Abh. Senckenberg. naturf. Gesellsch. Frankfurt a. M. II, 1857) gegebene Einteilung. Außerdem zu nennen als

Litteratur: K. Giesenhagen, Über die Anpassungserscheinungen einiger epiphytischer Farne. Bot. Unters. S. Schwendener dargebracht. Berlin 1899, p. 1—18, Taf. I.

Sect. I. *Euniphobolus* Diels. Aderung der von *Polypodium* § *Campyloneuron* (s. S. 314) entsprechend, wenn auch meist minder deutlich sichtbar: Seitenadern I. durch zahlreiche parallele Adern II. verbunden. Die entstehenden Maschen mit 2 oder mehr centrifugalen Äderchen, welche event. terminal die Sori tragen.

A. B. ganzrandig.

Aa. Sori innerhalb der primären Maschen je 1 Reihe bildend. — **Aaα.** Sterile und fertile B. gleichgestaltet. — **AaαI.** Seitenadern I. eingesenkt und daher unsichtbar. — **1.** Filz der Unterseite angedrückt: *N. vittarioides* (Wall.) Presl. Rhizom kriechend, beschuppt. B. lineal-lanzettlich, lederig, oberseits kahl, nur in der vorderen Hälfte fertil. Vorder- und Hinterindien. — *N. acrostichoides* (Forst.) J. Sm. Rhizom holzig, weithin kriechend, beschuppt. B. mit 0,02—0,07 m langem Stiele. Spreite 0,3—0,6 m lang, nur 1—2,5 cm breit, starrer als bei voriger. Hinterindien, Malesien und östlich bis zu den N. Hebriden und Queensland. — **2.** Filz locker und wollig. — **2*.** Stengel sehr kurz oder fehlend: *N. fissus* (Bak.) Giesenh. B. 0,15—0,3 m lang, nur 1,2—3,5 cm breit, fleischig-lederig, am Rande zuweilen etwas fiederspaltig, unterseits sehr dicht-filzig. Ostafrika, Madagascar, Vorder- und Hinterindien bis Mittelchina, besonders zwischen 1000 und 2000 m. — Noch schmälere B. hat der sonst entsprechende *N. flocciger* Bl. — **2**.** Stengel 2—8 cm lang: *N. americanus* (Hook.) Diels (*Niphidium* J. Sm.). Blattspreite 0,4—0,6 m lang, oberseits drüsig und lackiert. Sori groß. Steinige, felsige Orte Ecuadors in der subtrop. bis subandinen Region nicht selten. Steht zu den vorigen Arten in weniger enger Verwandtschaft. — **AaαII.** Seitenadern I. deutlich vortretend: *N. Lingua* (Thunb.) J. Sm. Rhizom weithin kriechend. B. mit 0,08—0,12 m langem Stiele und nur wenig längerer, 2,5—10 cm breiter Spreite, die an der Basis oft keilig verschmälert, doch häufig auch abgerundet ist. In Cultur. Im Hooker'schen Sinne umfangreiche Species Ostasiens, die von Mettenius und neuerdings Beddome zerteilt wurde, ohne dass die Begrenzung ihrer Arten eine scharfe wäre. Verbreitung von Vorderindien, Mandschurei und Japan bis Malesien, in den Gebirgen bis zu 1800 m aufsteigend. — **Aaβ.** Sterile und fertile B. verschieden gestaltet: die fertilen meist bedeutend länger und schmäler. Zierliche Rindenepiphyten. — **AaβI.** Sterile B. keil- bis spatelförmig: *N. cuneatus* (Kuhn) Diels, in Ecuador. Ob hierher? — **AaβII.** Sterile B. rundlich bis eiförmig und länglich. — **1.** Sori das fertile B. völlig bedeckend: *N. nummularifolius* (Sw.) J. Sm. Rhizom fadenförmig, weitkriechend, beschuppt. Sterile B. rundlich, im Durchmesser 1,5—3 cm haltend, fertile länglich-lanzettlich, etwa 5—7 cm lang, 1 cm breit, beide fleischig-lederig, unterseits mit rostrotem Wollfilz bedeckt. Hinterindisch-malesischer Farn vom nordöstlichen Bengalen bis zu den Philippinen. In Cultur. — **2.** Sori meist das unterste Viertel des B. freilassend: *N. serpens* (Forst.) J. Sm. Rhizom weithin kriechend, dünn. Sterile B. rundlich bis elliptisch, bis 5 cm lang, fertile doppelt länger, aber weit schmäler, beide unterseits mit anliegendem Sternfilz. Aderung netzig. Sori ziemlich unregelmäßig angeordnet (Fig. 168, *A*). Epiphyt an Rinden, oft in größere mattenförmige Rasen verflochten; nicht selten in Ostaustralien, Neuseeland und einigen Inseln Polynesiens. — *N. adnascens* (Sw.) Kaulf. Größer als vorige. Fertile B. schmal-lineal, starr, bis 0,3 m lang werdend, die sterilen oft mehrmals an Länge übertreffend. Paläotropisch von Guinea über die Waldgebiete Ostafrikas, Mascarenen nach Indien, China bis Polynesien. — *N. Davidii* (Bak.) Giesenh., aus Westchina soll zwischen voriger und *N. Lingua* vermitteln.

Ab. Sori innerhalb der primären Maschen 2 bis mehrere Reihen bildend. — **Abα.** Sterile und fertile B. gleichgestaltet. — **AbαI.** Rhizomschuppen pfriemlich, ziemlich klein: *N. stigmosus* (Sw.) Bedd. B. gehäuft, der Stiel von variabeler Länge. B. oft über 0,6 m und bis 0,1 m breit. Indisch-malesische Art, an die sich mehrere andere noch üppiger entwickelte Formen anschließen (so *N. subfurfuraceus* (Hook.) Bedd., im Osthimalaya und den östlich anschließenden Ketten; *N. princeps* (Mett.) Giesenh., auf Neuguinea). Zahlreiche Nebenformen in Westchina und Himalaya. — **AbαII.** Rhizomschuppen eiförmig, groß: *N. africanus* (Mett.) Giesenh. B. höchstens 0,3 m lang, der Stiel fast fehlend. Südostafrika vom Zambesi bis Kaffrarien. Eine höchst nahestehende Form *N. Schimperianus* (Mett.) Giesenh. in Abessinien, Angola und nach Hooker auch in Guinea. — **Abβ.** Sterile und fertile B. verschieden gestaltet: *N. distichocarpum* (Mett.) Giesenh. Blattstiel über 0,1 m lang, sterile Spreite 0,2—0,3 m lang, bis 0,05 m breit, fertile bis 0,6 m lang, schmäler als die sterile. Sori ziemlich groß. Sumatra.

B. B. drei- bis mehr-lappig: *N. tricuspis* (Sw.) J. Sm. B. mit 0,15—0,2 m langem Stiele. Spreite spießförmig, im Durchmesser 0,05—0,1 m messend, lederig, unterseits dichtseidenfilzig. Sori ziemlich klein (Fig. 168, *B, C*). Prächtiger Epiphyt, in Waldungen Japans und Koreas. Schließt sich durch *N. Sheareri* (Bak.) Diels an *N. Lingua* Sw. an. — *N. polydactylon* (Hance) Giesenh. B. mit fußförmig-geteilter Spreite, deren Seitensegmente akroskop 3—4-teilig sind. Felsen Formosas, selten.

Sect. II. *Niphopsis* J. Sm. Aderung der von *Polypodium* § *Pleopeltis* (s. S. 314) entsprechend: Seitenadern I. und II. reich verzweigt, ein lichtes, unregelmäßiges Maschenwerk bildend. Maschen oft blinde Äderchen nach allen Richtungen enthaltend.

A. B. gestielt: *N. angustatus* (Sw.) J. Sm. Rhizom weitkriechend mit linealen abfälligen Schuppen bedeckt. B. an 0,06—0,1 m langem Stiele. Spreite 0,15—0,3 m lang, 2—5 cm breit, ganzrandig, lederig, unten wollig behaart. Sori groß, im oberen Drittel des Blattes, dem Rande genähert, zuweilen zusammenfließend. Hinterindien, Malesien; für Vorderindien zweifelhaft. — *N. confluens* (R. Br. non Hk. Bk.) Giesenh. (*Polypodium glabrum* Mett.) voriger sehr nahestehend, doch kleiner. B. nur dünn befilzt. Sori meist zusammenfließend. Ostaustralien, Lord Howe Isl., Norfolk, Neucaledonien.

B. B. sitzend: *N. linearifolius* (Hook.) Giesenh. Rhizom sehr weitkriechend, reich beschuppt. B. dicht gereiht, 0,07—0,1 m lang, nur 2 mm breit, stumpf, ganzrandig, etwas eingerollt, meist völlig in Wollfilz gehüllt, die Oberfläche höchstens im Alter kahler werdend (Fig. 168, *D*). Xerophiler Felsenfarn oder Epiphyt in Ostchina, Formosa, Japan. — *N. angustissimus* (Bak.) Giesenh., besitzt starreres Laub mit stark eingerolltem Rande, seine Oberseite wird frühzeitig ganz kahl. Mittelchina.

101. **Lecanopteris** Bl. (*Onychium* Reinw., non Kaulf. — *Polypodii* sp. autt., Hk. Bk.) Sori am Adernende randständig, in den Zähnen der fertilen Fieder eingesenkt.

Fig. 169. *Lecanopteris carnosa* Bl.: *A* Habitus; *B* Randlappen mit Sorus, stärker vergrößert; *C* Segment I. des fertilen B. (*A* nach Burck; *B*, *C* Original.)

Diese fertilen Zähne seitlich gedreht oder völlig nach der Oberseite des Blattes umgeschlagen (Fig. 169, *B*). — Rhizom knollig angeschwollen, fleischig, außen mit starker korkartiger Epidermis, sonst kahl, ohne Schuppen (Fig. 169).

Epiphyten Malesiens, 4—5 beschriebene, größtenteils noch ungenau bekannte Species. Diese kleine Gruppe schließt sich, wie schon Mettenius erkannt zu haben scheint, an *Polypodium* § *Aspidopodium* an, wo ihr im Habitus der B. *P. lomarioides* Kze. besonders nahe tritt. Hooker hielt *L. carnosa* Bl. sogar für einen teratogenen Zustand dieses *Polypodium*; doch ist seine Ansicht nach Burck's Ausführungen (Ann. Jard. Buitenz. IV, p. 96 f.) allgemein aufgegeben worden. Anderseits scheint es nun nicht angängig, die hergehörigen Formen völlig von *Polypodium* zu entfernen, wie es Baker unter Adoption der Blume'schen Auffassung des Sorus unternimmt. Denn die Sori sind bei *P. lomarioides* und anderen so tief in eine Einstülpung des Blattes versenkt, dass mit dem Hinausrücken des Sorus zum

Fig. 170. *A—C Dryostachyum splendens* J. Sm.: *A* fertiles B.; *B* Teil eines fertilen Segmentes; *C* Teil eines fertilen Segmentes stärker vergrößert; in dem rechten Abschnitte ist der Sorus entfernt, um die Aderung zu zeigen. — *D—F Photinopteris speciosa* (Bl.) J. Sm.: *D* Habitus einer fertilen Pflanze mit einem B.; *E* Teil einer fertilen Fieder; in der unteren Hälfte sind Sporangien und Haare entfernt, um die Aderung zu zeigen; *F* Ansatz einer sterilen Fieder an die Spindel. (Original.)

Rande notwendig das indusiumartige Gebilde zustandekommen muss, das bei *Lecanopteris* vorliegt. Eine Verwandtschaft mit *Davallia* kann aus diesem Process unmöglich hergeleitet werden.

L. carnosa Bl. (*Polypodium Lecanopteris* Mett., *P. patelliferum* Burck). Rhizom halbkugelig stark aufgeschwollen, im Alter innen hohl und von Ameisen bewohnt. B. auf conischen Höckern des Rhizoms aufgesetzt, der Stiel 0,1—0,15 m lang. Spreite 0,4—0,7 m lang, 0,1—0,3 m breit. Fiedern 15—40 jederseits, die sterilen stumpf, ganzrandig, die fertilen spitzer, gekerbt-gezähnt. Aderung wenig vortretend (Fig. 169). Malesien von Malakka bis zu den Philippinen und Molukken. — Es wurden neben ihr noch beschrieben *L. deparioides* (Cesati) Bak. von Borneo, *L. Curtisii* Bak. von Sumatra, *L. Macleayii* Bak. von Java. Alle stehen einander sehr nahe und ihre Beziehungen bedürfen weiteren Studiums.

102. **Dryostachyum** J. Sm. Sori jeder fertilen Fieder zwischen den Seitenadern zu viereckigen Fruchthaufen verschmolzen (Fig. 170, *B, C*). — B. gegliedert oder ungegliedert (?) dem Rhizome angefügt. B. dem Grunde zu verschmälert, fiederspaltig; untere sterile Segmente stark verkürzt; fertile Fiedern stark zusammengezogen, ganzrandig. Aderung ähnlich *Drynaria* (Fig. 170, *A—C*).

Epiphyten, 2—3 Arten in Malesien und Papuasien.

Diese Gattung wird höchst wahrscheinlich mit *Polypodium* vereinigt werden, wenn die morphologischen Verhältnisse des B. und die Entwickelung des Sorus völlig festgestellt worden sind.

A. Blattstiel gegliedert dem Rhizome angefügt: *D. splendens* J. Sm. Rhizom kriechend, mit linealen angedrückten Schuppen. B. fast sitzend, 0,6—1 m lang, etwa 0,4 m breit. Sterile Segmente 0,1—0,2 m lang, bis 5 cm breit, ganzrandig, spitz; fertile ebenso lang, doch höchstens 1 cm breit (Fig. 170, *A—C*). Malesien von Malakka ostwärts bis Philippinen und Neuguinea. — **B.** Blattstiel (angeblich) ungegliedert dem Rhizome angefügt: *D. drynarioides* (Hook.) Kuhn. Malakka ostwärts bis zu den Salomonsinseln. Die Unterscheidung von voriger Art durch die angeblich verschiedene Ausbildung der Blattstielinsertion bedarf der Prüfung. — *D. Thomsoni* (Bak.) Diels, vom Bismarck-Archipel soll nahe mit ihr verwandt sein.

103. **Photinopteris** J. Sm. Sporangien zahlreich, den gesamten Spreitenraum neben der Rippe einnehmend, mit reichlichen Haaren vermischt. — Stamm kletternd. B. gereiht, gefiedert. Fiedern dimorph: untere steril, mit einem kurzen, am Grunde einseitig geöhrten Stiele (Fig. 170, *F*). Spindel gegliedert angefügt; obere fertil, lineal, mit sehr reducierter Fläche. Aderung von *Drynaria*: die Hauptadern deutlich vortretend, die kleineren undeutlich (Fig. 170, *D—F*).

1 Art, epiphytisch in Malesien.

Sehr eigentümlicher Monotyp, namentlich ausgezeichnet durch die Form der Fiedern und ihren geöhrten Stiel.

P. speciosa (Bl.) J. Sm. B. mit kurzem Stiele. Spreite breit-lanzettlich, 0,6—0,9 m lang, oft bis 0,3 m breit, nach Christ in der Jugend oberseits mit Kalkgrübchen, unterseits behaart, später kahl. Untere Fiedern steril, jederseits mehrere, gestielt, am Grunde gegliedert angefügt, eiförmig, zugespitzt, namentlich an feuchten Orten lang ausgezogen, 7—15 cm lang, etwa 3—7 m breit, lederig, im Alter kahl. Obere Fiedern fertil, lineal, 0,1—0,15 m lang, nur 3 mm breit, unterseits dicht mit Sporangien gedeckt. Baumepiphyt von der Tracht mancher Kletter-*Ficus*, durch Malesien bis zu den Philippinen.

104. **Drynaria** Bory (incl. *Poronema* J. Sm. — *Polypodii* sp. autt., Hk. Bk.). Sori wie bei *Polypodium*. — Zweierlei Blätter: 1. Nischenblätter, breit-oval mit herzförmiger Basis sitzend, am Rande löffelförmig concav, negativ geotropisch, stets steril bleibend, chlorophyllarm, starkaderig, ihr Mesophyll bald absterbend. In den durch ihre Form geschaffenen Nischen sammeln sich oft bedeutende Humusmengen, die durch Adventivwurzeln von der Pflanze verwertet werden. — 2. Normalblätter, ganz denen von *Polypodium* Sect. *Pleopeltis* gleichend, assimilierend und fructificierend (Fig. 34, 171).

Epiphyten der paläotropischen Waldungen, 10—12 Arten, im Osten zahlreicher und dort im Himalaya und den Gebirgen Chinas temperierte Regionen erreichend.

Tochtergattung von *Polypodium*. Verschieden davon durch den Dimorphismus der vegetativen Sphäre; aber die genetische Verbindung mit *Pleopeltis* steht wohl außer Zweifel. Die Ontogenie von *Drynaria* durchläuft noch heute viele Stufen von gestielten, einfach-elliptischen Phyllomen über Laubblätter mit verkürztem Stiele und verbreiterter Basis zu den

jeder Laubnatur entkleideten Nischenblättern (vgl. Fig. 171, *B* und Goebel in Ann. Jard. Buitenz. VII (1888) 1 ff.). Ferner vgl. unten die Bemerkung zu *D. Baronii*.

Sect. I. *Eudrynaria* Diels. B. fiederspaltig.

A. Fertile Segmente nicht zusammengezogen. — **Aa.** Sori unregelmäßig oder in mehreren Reihen angeordnet: *D. Linnaei* Bory. Rhizom beschuppt, Schuppen aus schild-

Fig. 171 (vgl. auch Fig. 34). *Drynaria* Habitus: *A*, *B D. quercifolia* (L.) Bory: *A* ausgewachsene Pflanze an einem Baumstamme epiphytisch; *B* junge Pflanze mit noch schwach dimorphen B. — *C D. Baronii* (Christ) Diels. (*A*, *B* nach Goebel; *C* nach Christ.)

förmiger Basis eiförmig. Nischenb. stumpf gelappt, Normalb. 0,6—1 m lang, 0,15—0,3 m breit. Sori zahlreich, klein, zerstreut. Ceylon, Malakka, Malesien bis Ostaustralien und Polynesien. — *D. quercifolia* (L.) Bory. Rhizom kurz, kriechend, mit dichtem Pelz rötlicher Spreuschuppen,

die aus herzförmiger Basis lanzettlich-pfriemliche Gestalt besitzen. B. einzeilig. Nischenb. 0,1—0,3 m lang, etwa 0,2 m breit, gelappt bis fiederspaltig. Laubb. lang gestielt, 0,6—1 m lang, 0,3 m breit. Sori zahlreich, klein, in 2 Reihen angeordnet (Fig. 34, *A*; 171, *A*, *B*). An Bäumen und Felsen in niederen Lagen häufig von Indien durch Malesien bis Ostaustralien und Polynesien. Voriger sehr nahe stehend. In Cultur. — *D. Fortunei* (Kze.) J. Sm. Viel kleiner als vorige. Nischenblätter 0,05—0,07 m lang, gelappt, die vorderen Lappen fein zugespitzt. Normalb. 0,3—0,5 m lang, 0,1—0,15 m breit, tief-fiederspaltig. Sori groß, in 2—4 Reihen längs der Rippe angeordnet. Mittel- und Südchina. Interessant als vegetativ reducierter Typus. — **Ab.** Sori in 1 Reihe längs der Rippe angeordnet. — **Abα.** Sori nicht eingesenkt: *D. propinqua* (Wall.) J. Sm. Nischenb. 0,1—0,2 m lang, etwa 0,1 m breit, fiederspaltig. Normalb. 0,4—0,9 m lang, oft 0,3 m breit. Fiedern etwa 0,1—0,15 m lang, undeutlich gesägt. Paläotropisch von Fernando Po bis Java, gemein besonders im Himalaya, bis 2300 m aufsteigend. — *D. mollis* Bedd., von voriger durch viel dünneres, weich behaartes Blatt und weniger vortretende Aderung des Normalblattes unterschieden. Centralhimalaya zwischen 1800 und 2500 m. — *D. Baronii* (Christ) Diels. Nischenb. 0,1 m lang, tief-fiederspaltig, sitzend, aber am Grunde kaum verbreitert, nur durch gedrängtere Stellung der Fiedern und etwas mehr vortretende Aderung von den Normalb. verschieden. Diese sind etwa 3 cm lang gestielt, 0,3 m lang, 0,07 m breit, kahl (Fig. 171, *C*). Felsen in Mittelchina. Interessant als nördlichste Art der Gattung, und durch die sehr abgeschwächte Heteromorphie ihres Laubes (s. Fig. 171, *C*). — **Abβ.** Sori eingesenkt: *D. pleuridioides* (Mett.) J. Sm. Normalblätter mit etwa 0,15 m langen, nur 1—1,5 cm breiten Fiedern. Java. — *D. Willdenowii* Bory, voriger außerordentlich nahestehend, im madagassischen Gebiete von den Comoren bis Mascarenen.

B. Fertile Segmente stark zusammengezogen und fast auf die Rippe reduciert: *D. nectarifera* (Becc.) Diels. Nischenb. herzförmig, gewölbt, tief gelappt. Normalb. vom Habitus des oberen Teiles der B. von *Polypodium Meyenianum* (Schott) Hook. (s. S. 320). Am M. Arfak im westlichen Neuguinea von Beccari gesammelt.

Sect. II. *Poronema* J. Sm. B. gefiedert. Fiedern am Grunde verschmälert und ganz kurz gestielt, mit einem basalen Porus versehen (Fig. 34, *B*): *D. rigidula* (Sw.) J. Sm. Nischenb. 0,15—0,25 m lang, 0,1 m breit, stumpf gelappt bis fiederspaltig. Normalb. 0,6—1,2 m lang, 0,3—0,5 m breit, ziemlich lederig, kahl. Fiedern ± gekerbt-gezähnt. Sori meist etwas eingesenkt (Fig. 34, *B*). Malesien von Malakka ostwärts, Melanesien, tropisches Polynesien, wärmeres Ostaustralien sehr verbreitet. — *D. Baudouini* Fourn., weicht unerheblich ab durch zahlreichere, krautige Fiedern. Neucaledonien.

IX. Acrosticheae.

Sporangien wenigstens einen Teil der Blattunterseite völlig einnehmend. Indusium daher fehlend. — B. gegliedert oder ungegliedert dem Rhizome angefügt. Blattabschnitte fast stets gleichseitig entwickelt. Aderung dichotomisch oder fiederig.

1. Acrostichinae.

Sporangien die gesamte Unterseite der fertilen B. einnehmend. — B. gegliedert oder ungegliedert dem Rhizome angefügt. Aderung dichotom oder fiederig, selten Maschen bildend, nie mit blinden Äderchen. Fertile B. ± zusammengezogen.

A. Sterile B. dichotom verzweigt, fertile oft ungeteilt . . . . . **105. Rhipidopteris.**
B. B. mit durchaus fiederiger Aderung:
a. B. ungeteilt, selten die fertilen gefiedert . . . . . **106. Elaphoglossum.**
b. B. sämtlich gefiedert . . . . . **107. Acrostichum.**

2. Platyceriinae.

Sporangien die Blattunterseite ganz oder wenigstens einen Teil davon völlig einnehmend. Aderung: Hauptrippen dichotom, dazwischen ein enges Maschennetz mit blinden Äderchen.

Blattstiel ungegliedert dem Rhizome angefügt. Fertile Blattteile ohne besondere Aderung **108. Cheiropleuria.**

Blattstiel gegliedert dem Rhizome angefügt. Fertile Blattteile mit besonderer Aderung **109. Platycerium.**

IX. 1. Acrosticheae-Acrostichinae.

Sporangien die gesamte Unterseite der fertilen B. einnehmend. — B. gegliedert oder ungegliedert dem Rhizome angefügt. Aderung dichotom oder fiederig, selten Maschen bildend, nie mit blinden Äderchen. Fertile B. ± zusammengezogen.

Diese Tribus scheint den *Polypodieae* am nächsten zu stehen.

105. **Rhipidopteris** Schott. (*Peltapteris* Link — *Acrostichi* sp. autt. et Hk. Bk.). Sori die gesamte Blattunterseite außer dem Rande einnehmend. Sporen länglich. — Rhizom zart, weit kriechend. B. gereiht. Blattstiel ungegliedert dem Rhizome angefügt. Spreite klein, dichotom gelappt oder eingeschnitten. Sterile B. tiefer eingeschnitten, fertile oft fast ganzrandig. Adern fächerig angeordnet, einfach oder gegabelt, frei (Fig. 172).

2—4 neotropische Arten, Felsen bewohnend oder zwischen Moos an Baumstämmen epiphytisch.

Sehr eigentümliche Gattung von unsicherer Verwandtschaft. Die Reduction der Verzweigung am fertilen B. ist ein ganz exceptionelles Verhalten, da in der Regel bekanntlich das Gegenteil statt hat.

Rh. peltata (Sw.) Schott. B. mit 2—7 cm langem, schuppigem Stiel. Sterile Spreite etwas lederig, 2—3½ cm lang, fächerförmig, mehrfach dichotom geteilt. Segmente schmal-lineal. Fertile Spreite viel kleiner, kreis-nierenförmig, oft ausgerandet oder zweilappig. Sori fast die gesamte Unterseite besetzend, nur den dünnen Rand freilassend (Fig. 172). Von Westindien und Mittelamerika durch das nördliche Südamerika bis Ostbrasilien. — Eine sehr einfache Form ist *Rh. flabellata* (H. B. K.) Fée, vom Habitus mancher Peperomien, in den nördlichen Anden von Costarica südlich. — *Rh. foeniculacea* (Hook.) Fée, von den Dimensionen der vorigen, aber die sterile Spreite in extremer Weise zerschnitten, so dass die Segmente dünn sind wie feinster Draht, fast auf die Adern reduciert. Übrigens durch Übergänge mit *Rh. peltata* verbunden. Bergwälder Ecuadors bei 800—900 m. — *Rh. Rusbyi* Christ »mit gefiederten B. und wenigen linealen einaderigen Fiedern«, aus Bolivien kenne ich nicht.

Fig. 172. *Rhipidopteris peltata* (Sw.) Schott. Habitus. (Original.)

106. **Elaphoglossum** Schott. (incl. *Aconiopteris* Presl, *Dictyoglossum* J. Sm., *Hymenodium* Fée. — *Acrostichi* sp. autt. et Hk. Bk.). Sporangien die gesamte Unterseite des Blattes einnehmend. Sporen länglich, mit 1 Längsleiste. Paraphysen vorhanden. — B. gereiht oder gebüschelt, ungeteilt, selten die fertilen gefiedert, ± dimorph, die fertilen meist mit längerem Stiel und schmälerer Spreite. Blattstiel (oft freilich nur angedeutet) gegliedert dem Rhizome angefügt, von mehreren Leitbündeln durchzogen. Adern einfach oder gegabelt, am Ende oft keulig angeschwollen, selten anastomosierend, häufiger am Ende durch Randlinie verbunden. Sehr häufig ± dichte Schuppenbekleidung.

Felspflanzen und Epiphyten, meist in den tropischen Urwäldern, aber auch hoch in die Gebirge und weit in die Subtropen vordringend. Unterschieden wurden zahlreiche Arten, mindestens 80—100, welche besonders formenreich in den Neotropen und dort wiederum in den nördlichen Anden auftreten. Auch Afrika und die südatlantischen Inseln sind verhältnismäßig gut mit Elaphoglossen ausgestattet. Im malesischen Gebiete treten sie dagegen sehr zurück.

Die natürliche Gruppierung der Arten stößt auf große Schwierigkeiten. Folgender provisorischer Übersicht liegt der von Sodiro (Cryptog. vasc. Quit. (1893) p. 420 ff.) gegebene Schlüssel zu Grunde, welcher bei vielen Mängeln doch den Vorzug besitzt, vielfach nach lebendem

Materiale entworfen zu sein. — Mehrere neuerdings publicierte Arten, die aus der Beschreibung sich nicht unterbringen lassen, findet man von Baker (Ann. of Bot. V) zusammengestellt.

Sect. I. *Eu-Elaphoglossum* Diels. Adern frei, selten ± unregelmäßig anastomosierend. Alle B. ungeteilt.

§ I. *Glabratae.* Sterile Spreiten beiderseits kahl, am Rande nicht gewimpert.

A. Rhizom aufrecht, nicht beschuppt: *E. nigrescens* (Hook.) Moore in Guiana.

B. Rhizom kurz, aufrecht, mit starren, fibrillösen, schwarzen Schuppen besetzt. Stiel dünn und meist lang: *E. petiolosum* (Desv.) Moore. Sterile B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele, nur 0,05—0,07 m langer Spreite, die plötzlich in eine oft 2,5 cm lange Spitze ausgezogen ist. Fertile B. kleiner als die sterilen. Anden von Ecuador und Peru bis 4000 m ansteigend. — *E. tambillense* (Hook.) Moore. Sterile B. kürzer gestielt und nicht so auffallend zugespitzt als vorige. Guatemala, Ecuador. — *E. cespitosum* (Sodiro) Diels. Sterile Spreite länger als ihr Stiel, stumpf. Ecuador in unteren Lagen.

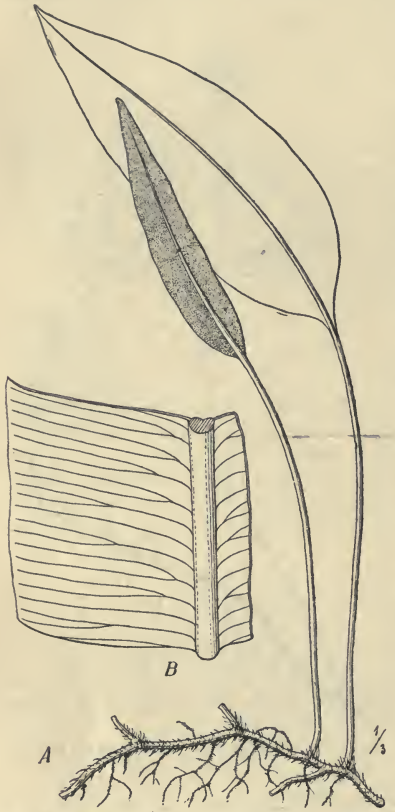


Fig. 173. *Elaphoglossum conforme* (Sw.) Schott: *A* Habitus; *B* Teil des Blattes mit Aderung. (Original.)

C. Rhizom schief oder kurz kriechend, mit häutigen, ± lanzettlichen Schuppen.

Ca. Fertile Spreite so lang oder länger als die sterile, lang gestielt: *E. leptophyllum* (Fée) Moore. Sterile Spreite zungenförmig. Verbreitet im warmfeuchten Südamerika. — **Cb.** Fertile Spreite kürzer als die sterile. — **Cbα.** Adern frei: *E. simplex* (Sw.) Schott. Sterile B. mit 0,02—0,1 m langem Stiele, 0,1—0,3 m langer, fester, beiderseits sehr allmählich verschmälerter Spreite. Durch die Neotropen. — *E. flaccidum* (Fée) Moore. Größer als vorige. Sterile B. sehr lang gestielt mit spitzer, dunkelgrüner, am Rande nicht verdickter Spreite. Panama und nördliches Südamerika. — *E. latifolium* (Sw.) J. Sm. Sterile B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele und 0,25—0,5 m langer, bis 0,1 m breiter, lederiger, am Rande knorpelig verdickter Spreite. Äußerst polymorphe und weitverbreitete Art der Neotropen, die sich auch in den heißen Ländern der Alten Welt durch nahestehende Formen vertreten zeigt. — *E. Norrisii* (Hook.) Moore. Rhizom mit linealen Schuppen. B. fast sitzend, 0,3—0,5 m lang, stumpf, die fertilen schmäler. Malesien. — *E. Herminieri* (Bory) Moore. B. sehr kurz gestielt, die sterilen 0,45—1 m lang, spitz, lederig, oberseits glänzend. Neotropen von Cuba bis Brasilien. — **Cbβ.** Adern durch eine Randlinie verbunden (*Aconiopteris* Presl). — **CbβI.** Randlinie gerade. *E. gorgoneum* (Kaulf.) Moore. Habitus von *E. latifolium*. Ostmalesien bis Sandwich- und Gesellschaftsinseln. *E. savaiense* (Bak.) Diels, Samoa. — **CbβII.** Randlinie zickzackförmig: *E. nervosum* (Bory) Moore. Kleiner als vorige. St. Helena. — **Cbγ.** Adern reich anastomosierend: *E. reticulatum* (Kaulf.) Diels. Sandwichinseln.

D. Rhizom langkriechend oder kletternd. — **Da.** Schuppen des Rhizoms sehr klein. B. zerstreut stehend: *E. micradenium* (Fée) Moore. Schuppen des Rhizoms pfriemlich. Sandwichinseln. — *E. microlepis* (Sodiro) Diels. Schuppen des Rhizoms eiförmig. Epiphyt des Tropenwaldes in Ecuador. — **Db.** Schuppen des Rhizoms groß, lanzettlich oder eiförmig. — **Dbα.** Sterile Spreite am Grunde allmählich verschmälert: *E. conforme* (Sw.) Schott. B. mit 0,02—0,3 m langem Stiele und 0,05—0,25 m langer, lederiger, knorpelig-gerandeter Spreite (Fig. 173). Sehr polymorphe pantropische Species, südlich bis Chile, Tristan d'Acunha, Natal. — **Dbβ.** Sterile Spreite am Grunde kurz zugespitzt oder abgerundet: *E. Lingua* (Raddi) Brack. Neotropen allgemein, in den tropischen Anden bis zur Baumgrenze.

§ II. *Setosae.* Sterile Spreite wenigstens am Rande mit Haaren oder schmalen, borstenartigen Spreuschuppen (Fig. 174, *B*).

A. *Oligotrichia.* Haare, bezw. Spreuschuppen spärlich. — **Aa.** Rhizom sehr kurz.

Stiel zuweilen länger als die Spreite: *E. hybridum* (Bory) Moore. B. büschelig. Sterile Spreite 0,15—0,3 m lang, vorn zugespitzt, am Grunde abgerundet; fertile bedeutend kleiner. Neotropen, Tristan d'Acunha, feuchtere Gebiete Afrikas, Mascarenen. — *E. decoratum* (Kunze) Moore. Rhizomschuppen goldbraun, kraus. B. mit etwa 0,2 m langen, dicht mit schimmernden, 1 cm langen, rundlichen Schuppen besetzt. B. dunkelgrün, oberseits kahl, unterseits spärlich beschuppt, am Rande mit ähnlichen Schuppen dicht eingefasst. Zerstreut durch die Neotropen, eine der schönsten Arten der Gattung.

Ab. Rhizom aufrecht oder kurz kriechend. — **Abα.** Rhizom mit kleinen, linealen, schwarzen Schuppen. — **AbαI.** Sterile Spreite kahl oder unterseits spärlich beschuppt: *E. castaneum* (Bak.) Diels. B. mit kahlen Stielen. Ecuador. — *E. papillosum* (Bak.) Diels. B. mit unten beschuppten Stielen. Ecuador. — **AbαII.** Sterile Spreite wenigstens unterseits lineal-beschuppt: *E. isophyllum* (Sodiro) Diels. Ecuador. — **AbαIII.** Sterile Spreite am Rande und an der Mittelrippe gewimpert: *E. Aubertii* (Desv.) Moore. Sterile B. mit 2—12 cm langem Stiele und mindestens 0,3 m langer, spitzer, dünner Spreite. Adern fein, einfach. Neotropen, feuchtere Teile Afrikas, Mascarenen. — **Abβ.** Rhizom kahl: *E. Bakeri* (Sodiro) Diels. Stiel und Mittelrippe wie bei *E. papillosum* beschuppt. Ecuador zwischen 1500 und 2400 m. — **Abγ.** Rhizom kriechend, kräftig, mit großen, meist hellfarbigen Schuppen besetzt. Fertile B. bedeutend kleiner als die sterilen. — **AbγI.** B. ± lang gestielt: *E. scolopendrifolium* (Raddi) J. Sm. Anden von Guatemala bis Peru; Südbrasilien. In Cultur. — **AbγII.** B. fast sitzend: *E. apodum* (Kaulf.) Schott. Durch die Neotropen.

Ac. Rhizom dünn, kriechend oder klimmend. — **Acα.** Rhizom behaart. B. gebüschelt: *E. pygmaeum* (Mett.) Diels. Sterile Spreite 0,05—0,1 m lang, gekerbt, fertile Spreite höchstens 0,04 cm lang, eingeschnitten. Epiphyt zwischen Moos. Columbien und Ecuador. — **Acβ.** Rhizom beschuppt. B. zerstreut: *E. heteromorphum* (Klotzsch) Moore. Kaum größer als voriges, und in den selben Ländern.

Ad. Rhizom aufrecht-kletternd, mit lineal-borstigen Schuppen: *E. dendricolum* (Bak.) Diels. Columbien, mir unbekannt und vielleicht nicht hierher gehörig.

B. *Polytrichia.* B. dicht mit borstlichen oder schmal-linealen Schuppen bedeckt.

Ba. Rhizom aufrecht oder aufsteigend. B. gebüschelt oder genähert. — **Baα.** Sterile Spreite kürzer oder so lang als der Stiel: *E. spathulatum* (Bory) Moore (*E. piloselloides* Presl). Sterile B. 0,05—0,1 m lang, verkehrtei-spatelförmig. Anden von Mexiko bis Argentina, Tristan d'Acunha, Ostafrika, Mascarenen, Ceylon. — **Baβ.** Sterile Spreite länger als der Stiel. — **BaβI.** Sterile Spreite 3—6mal länger als die fertile: *E. setigerum* (Sodiro) Diels. Epiphytisch in Wäldern Ecuadors. Sterile B. mit 0,06—0,2 m langem Stiele, 0,2—0,4 m langer Spreite. — *D. samoense* Brack., Polynesien. — **BaβII.** Sterile Spreite höchstens doppelt länger als die fertile: *E. villosum* (Sw.) J. Sm. Sterile B. mit 0,05—0,2 m langer, schlaffer, dünner, zerstreut fibrillöser (Fig. 174, *B*) Spreite. Neotropen von Mexiko und Cuba bis Peru. In Cultur. — **BaβIII.** Sterile Spreite so lang als die fertile: *E. albescens* (Sodiro) Diels. B. unterseits glaucescent. Ecuador.

Bb. Rhizom horizontal kriechend, mit linealen Schuppen: *E. Sodiroi* (Bak.) Diels. Rhizomschuppen schwärzlich. B. mit 0,1—0,2 m langem Stiele und etwa ebenso langer Spreite. Ecuador über 3000 m. — *E. cinnamomeum* (Bak.) Diels. Rhizomschuppen glänzend rotbraun. Sterile B. etwas länger und spitzer als die fertilen. Kamerun, Fernando Po.

§ III. *Squamosae.* B. mit gewöhnlichen Spreuschuppen sparsam besetzt (Fig. 174, *D*).

A. *Oligolepidia.* Sterile Spreite sparsam beschuppt, nicht gewimpert.

Aa. Kleinere Pflanzen. Rhizom weitkriechend. Sterile Spreite 2—8 cm lang. — **Aaα.** Sterile Spreite 2—2½ cm lang, lederig: *E. cardiophyllum* (Hook.) Moore. Sterile Spreite so lang als breit, herzförmig. Ecuador. — *E. squamipes* (Hook.) Moore. Sterile Spreite doppelt so lang als breit, rhombisch bis eiförmig. Epiphyt. Ecuador. — **Aaβ.** Sterile Spreite 4—8 cm lang, 3—4mal länger als breit. — **AaβI.** B. nicht gezähnt: *E. Feei* (Bory) Moore. Sterile Spreite stumpflich. Antillen bis Ecuador. — *E. lloense* (Hook.) Moore. Sterile Spreite zugespitzt. Anden von Mexiko bis Peru. — **AaβII.** Sterile Spreite tief und unregelmäßig gekerbt: *E. dimorphum* (Hook. & Gr.) Moore (Fig. 174, *A*). St. Helena.

Ab. Sterile Spreite 0,1—0,5 m lang. — **Abα.** Rhizom kriechend oder aufsteigend: *E. viscosum* (Sw.) Schott. B. mit 0,1—0,15 m langem Stiele und 0,15—0,3 m langer, spitzer, ± klebriger Spreite. Verbreitet durch die ganzen Tropen, stellenweise darüber hinaus. — **Abβ.** Rhizom weitkletternd, an der Spitze schuppig: *E. ciliatum* (Presl) Moore. Sterile Spreite kahl, nur dem Rande zu mit kreisrunden, abfälligen Schüppchen. Nördliche Anden. — *E. Boryanum* (Fée) Moore. Sterile Spreite dünn, spreuschuppig (Fig. 174, *D*). Antillen. — **Abγ.** Rhizom

weitkriechend, mit borstlichen, schwarzen Schuppen bedeckt: *E. furfuraceum* (Bak.) Diels. B. zuletzt oft kahl. Andine Region von Ecuador.

B. *Laciniatae.* B. sparsam beschuppt, gewimpert durch am Rande vorspringende Schuppen: *E. heliconiifolium* (Sodiro) Christ. B. mit 0,6—0,75 m langem Stiele und ebenso langer, 0,1—0,15 m breiter, häutiger Spreite, in der Tracht einem *Heliconia*-Blatte ähnlich. In der Beschuppung etwas an *E. decoratum* erinnernd. Ecuador in tropischen Wäldern, selten.

§ IV. *Polylepidia.* B. mit gewöhnlichen Spreuschuppen (wenigstens in der Jugend) beider- oder unterseits dicht besetzt, nur zuweilen zuletzt kahl werdend.

A. Sterile Spreite 0,01—0,1 m lang. — **Aa.** Rhizom kletternd, fadenförmig. Sterile Spreite 1—2 cm lang und ebenso breit, beiderseits schuppig: *E. ovatum* (Hook.) Moore. B. rundlich oder breit-eiförmig. Hohe Anden von Mexiko bis Ecuador, auch in Südbrasilien. — *E. deltoideum* (Sodiro) Diels. B. dreieckig, an *E. cardiophyllum* erinnernd. Ecuador, selten. — **Ab.** Rhizom dünn, kriechend. Sterile Spreite länglich oder lanzettlich, etwa 3—5mal so lang als breit: *E. Matthewsii* (Fée) Moore. B. unterseits mit eiförmigen oder schildförmigen, silberweiß-gerandeten Schuppen besetzt. Anden von Mexiko bis Peru.

B. Sterile Spreite mehr als 0,1 m lang. — **Ba.** Rhizom kurzkriechend. Sterile und fertile B. fast gleichlang: *E. stenophyllum* (Sodiro) Diels, an *E. viscosum* erinnernd. Ecuador verbreitet. — **Bb.** Rhizom kriechend oder aufsteigend. Sterile B. länger als die fertilen. — **Bbα.** Rhizomschuppen lanzettlich: *E. pilosum* (H.B.K.) Moore. B. krautig. Schuppen klein, glänzend-braun, sternartig. Anden von Mexiko bis Columbien. — **Bbβ.** Rhizomschuppen lineal. — **BbβI.** B. oberseits fast kahl: *E. tectum* (Willd.) Moore. Sterile Spreite 0,15—0,3 m lang, lederig. Neotropen verbreitet, in mehreren Formen. — **BbβII.** B. beiderseits beschuppt, höchstens zuletzt kahl werdend: *E. Bellermannianum* (Klotzsch) Moore. Tracht von *E. conforme.* B. zerstreut-beschuppt. Columbien und Ecuador. — *E. muscosum* (Sw.) Moore. B. unterseits dicht-beschuppt. Verbreitet in den ganzen Neotropen, ziemlich polymorph, in den Anden bis 4000 m aufsteigend. — **Bc.** Rhizom kriechend. B. zerstreut. Sterile B. 0,1—0,5 m lang. — **Bcα.** Rhizom zierlich, weitkletternd. Sterile Spreite 0,1—0,15 m lang: *E. fimbriatum* (Sodiro non Moore) Diels. Ecuador um 3000 m. — **Bcβ.** Rhizom kräftig, holzig. B. entfernt. Sterile Spreite meist länger als 0,15 m. — **BcβI.** Schuppen glatt angepresst: *E. rupestre* (Karst.) Christ. Aderung wenig vortretend. B. wenig dimorph. Hohe Anden verbreitet. — *E. cuspidatum* (Willd.) Moore. Voriger ähnlich, doch die fertilen B. bedeutend schmäler als die sterilen. Antillen bis Peru. — **BcβII.** Schuppen locker angeordnet: *E. trivittatum* (Sodiro) Diels. B. mit 0,3—0,5 m langem, kleinschuppigem Stiele und etwa ebenso langer Spreite. Ecuador. — *E. Sprucei* (Bak.) Diels, noch größer als vorige, der Stiel mit langen, abwärts gekrümmten Schuppen bedeckt. Blattschuppen plötzlich zugespitzt. Ecuador. — **Bcγ.** Rhizom kriechend. B. genähert. Blattschuppen langgewimpert (Fig. 174, *C*). *E. lepidotum* (Willd.) J. Sm. B. meist stumpf, lederig. Nördliche Anden. — *E. crassipes* (Hieron.) Diels, aus Nordargentinien. — *E. squamosum* (Sw.) J. Sm. B. mit 0,05—0,1 m langem Stiele und 0,15—0,3 m langer, spitzer Spreite. Textur dick, aber weich und schlaff. Mittelamerika, nördliches Südamerika, Sandwichinseln, Makaronesien, trop. Westafrika, Mascarenen, über Südindien bis Malesien.

Sect. II. *Hymenodium* Fée (als Gatt.) (*Dictyoglossum* J. Sm. pt.). Aderung nach V. Doodyae aus gleichförmigen, sechsseitigen Maschen ohne blinde Äderchen gebildet. Alle B. ungeteilt (Fig. 174, *E, F*).

E. crinitum (L.) Diels. »*Lingua cervina villosa*« Plum. Stiel der sterilen B. 0,1—0,2 m lang, ihre breit-elliptische Spreite 0,3—0,5 m lang, 0,15—0,25 m breit, ganzrandig, mit langen, schwarzbraunen Spreuschuppen (Fig. 174, *G*) besetzt, von lederiger Textur. Fertile gleichgestaltet, doch oft länger gestielt und mit etwas kleinerer Spreite (Fig. 174, *E*). Epiphyt. Mexiko und häufig auf den Antillen. Wird cultiviert.

Sect. III. *Heteroglossum* Diels. Aderung nach V. Doodyae anastomosierend. Sterile B. ungeteilt, fertile B. einfach-gefiedert (Fig. 174, *H*).

E. aureo-nitens (Hook.) Diels. Sterile B. rosettig, fast sitzend, spatelig, bis 0,1 m lang, 4 cm breit; fertile etwa 0,15 m lang, gestielt, mit End- und 2—3 Seitenfiedern jederseits. B. unterseits mit rostfarbenen Schuppen dicht bedeckt. Adern mit schief gerichteten, gleichförmigen Maschen (Fig. 174, *H*). Ecuador, Galapagosinseln. — Ähnlich *E. Gilleanum* (Bak.) Diels. Wälder in Minas Geraes, Brasilien.

107. **Acrostichum** L. pt. (*Chrysodium* Fée, *Neurocallis* Fée pt.). Sori die ganze Unterseite außer schmalem Rand und Rippe bedeckend. Receptaculum fehlt. Sporen tetraëdrisch mit 3 Leisten. — Rhizom dick, aufrecht. Alle B. einfach gefiedert, ihr Stiel dem

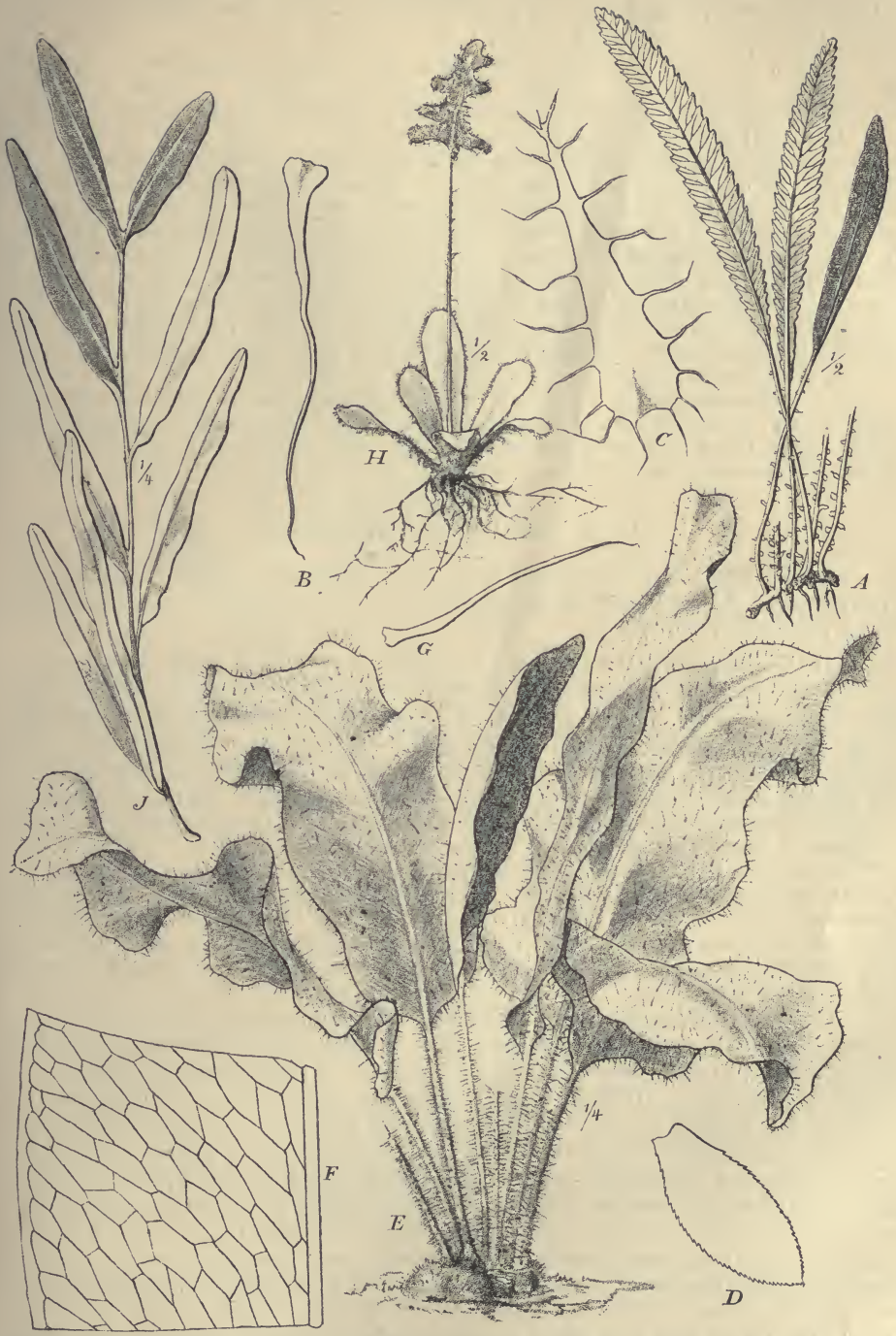


Fig. 174. *A—H Elaphoglossum* Schott: *A E. dimorphum* (Hook. & Grev.) Moore: Habitus. *B—D* Spreuschuppen: *B* von *E. villosum* (Sw.) J. Sm.; *C* von *E. squamosum* (Sw.) J. Sm.; *D* von *E. Boryanum* (Fée) Moore; *E—G E. crinitum* (L.) Diels: *E* Habitus, *F* Teil der Hälfte des Blattes mit Aderung, *G* Spreuschuppe; *H. E. aureo-nitens* (Hook.) Diels: Habitus. — *J Acrostichum aureum* L. Habitus des Blattes. (*A* nach Hooker; sonst Original.)

Rhizome ungegliedert angefügt. Fiedern mit stark vortretender Mittelrippe; die übrige Aderung nach V. Doodyae aus gleichförmigen, sechsseitigen Adermaschen ohne blinde Äderchen gebildet. Flächen kahl.

2 Arten, davon die eine durch die ganzen Tropen verbreitet, die andere auf die Antillen beschränkt.

Über die nächste Verwandtschaft dieses isolierten Typus lässt sich kaum etwas ausmachen.

A. B. fast gleichgestaltet:

A. aureum L. Rhizom holzig, etwas beschuppt, mit dicken Wurzelfasern im Schlamme verankert. B. mit 0,3—0,6 m langem, kräftigem Stiele. Spreite 0,6—2 m lang, 0,3—0,6 m breit, hart-lederig, bei den Primärblättern einfach, an den späteren gefiedert. Fiedern zahlreich, gestielt, 0,1—0,3 m lang, 6 cm breit, länglich-zungenförmig, ganzrandig, am Grunde keilig, vorn oft stumpf, kahl, die unteren steril, die oberen fertil und etwas verschmälert, dicht mit Sporangien bedeckt. Aderung sehr eng, deutlich vortretend (Fig. 174, *J*). Küstenfarn, in den Mangrovesümpfen und der Nipaformation aller tropischen Länder verbreitet: Florida bis Südbrasilien, Guinea bis Natal, Mascarenen, Seychellen, Vorderindien und Südchina bis Nordostaustralien und Polynesien. — Wie viele Halophyten auch an Mineralthermen.

B. B. dimorph:

A. praestantissimum Bory. B. mit 0,3—0,4 m langem Stiele. Sterile Spreite 0,6—1,2 m lang, bis 0,5 m breit, häutig. Fiedern zahlreich, sitzend, ganzrandig, zugespitzt. Fertile Fiedern etwas kürzer und viel schmäler, unterseits völlig oder wenigstens am Rande von Sporangien bedeckt. Kleine Antillen.

IX. 2. Acrosticheae-Platyceriinae.

Sporangien die Blattunterseite ganz oder wenigstens einen Teil davon völlig einnehmend. Aderung: Hauptrippen dichotom, dazwischen ein enges Maschennetz mit blinden Äderchen.

108. **Cheiropleuria** Presl (*Acrostichi* sp. Hk. Bk.). Sporangien die gesamte Blattunterseite außer den Hauptadern dicht bedeckend (Fig. 175, *A*). Paraphysen vorhanden. — Rhizom kurzkriechend, kräftig, innen mit geschlossenem Bündelringe, außen mit gegliederten Borstentrichomen bedeckt. B. ungeteilt oder dichotom zweilappig (Fig. 175, *A*). Aderung von *Dipteris*, zwischen den dichotom verzweigten Hauptadern Maschenwerk nach Art von *Polypodium* Sect. *Pleopeltis*. Fertile B. viel schmäler als die sterilen (Fig. 175).

1 Art im Monsungebiete Südostasiens, von zweifelhafter Verwandtschaft. Namentlich zu folgender Gattung hat sie keinerlei nähere Beziehungen.

Ch. bicuspis Presl (*Acrostichum Vespertilio* Hook., *A. bicuspe* Hk. Bk.). Rhizom goldgelb behaart. B. an 0,3—0,5 m langem Stiele. Sterile Spreite eiförmig, 0,15—0,2 m lang, 7—10 cm breit oder durch dichotome Spaltung tief-zweilappig und 15 cm breit, sonst ganzrandig. Fertile Spreite stets ungeteilt, 0,15—0,2 m lang, 1—1½ cm breit (Fig. 175). Epiphytisch oder terrestrisch in Malesien und ostwärts von den Luchuinseln über Formosa nach Neuguinea, in mehreren Formen.

109. **Platycerium** Desv. (*Alcicornium* Gaud., *Neuroplatyceros* Pluk.). Sporangien über besonderen, nahe der Oberfläche gelegenen, engmaschig anastomosierenden Adern inseriert (Fig. 176, *C*). Sporen länglich, mit 1 Leiste. — Rhizom kurz. B. in einer Vertiefung des Rhizoms gegliedert angefügt, von zweierlei Art (vgl. Goebel, Pflanzenbiol. Schilder. I, 227, Arcangeli in Nuov. Giorn. Bot. Ital. XXI, 272—276 (1889): Basalblätter (»Mantelblätter« Goebel, »Conchidien« Arcangeli) stets steril, flach, ungestielt, concav oder (wenigstens in der oberen Hälfte) wagerecht ausgebreitet, dachig sich gegenseitig deckend, jedem Substrat sich anschmiegend, meist von herznierenförmiger Gestalt, im Inneren mit starkem Wassergewebe, im Alter lederige Textur und braune Farbe annehmend; das zwischen dem kräftigen Aderngerüst ausgespannte Parenchym schließlich verwesend und den darunter entwickelten Wurzeln Humus zuführend. Normalblätter aus schmaler Basis breit-fächerförmig, ganzrandig oder (häufiger) geweihartig geteilt (Fig. 177). Textur dick, aber ziemlich schlaff. Unterseits häufig filziges, aus Sternhaaren gebildetes Indument (entsprechend dem von *Niphobolus*). Aderung: zwischen den radialen, dichotomen Hauptrippen ein Netzwerk größerer und kleinerer Maschen mit blinden

Äderchen. An den fertilen Teilen außerdem das oben erwähnte specielle Aderngeflecht. — Das oft diöcische Prothallium zeigt am Beginn seiner Entwickelung ein eigentümliches

Fig. 175. *Cheiropleuria bicuspis* Presl: *A* Habitus, *B* Teil eines Blattes mit Aderung. (Nach Hooker.)

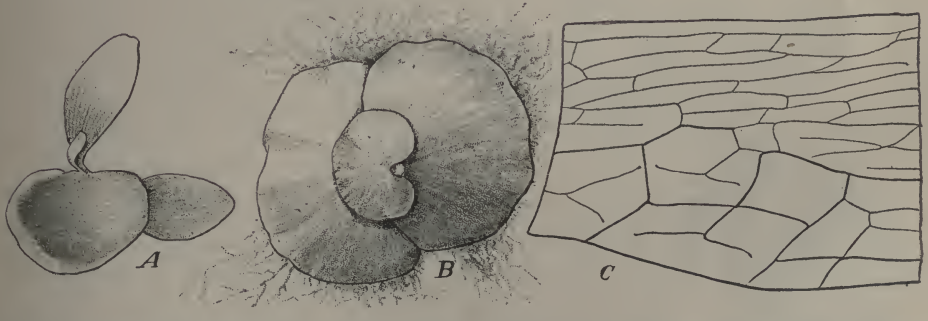


Fig. 176. *Platycerium alcicorne* Desv.: *A* Keimpflanze, links unten das erste Basalblatt; *B* junge Pflanze; *C* Aderung des Blattes am Übergang des fertilen Teiles (oben) in den sterilen (unten). (*A*, *B* nach Goebel; *C* nach Mettenius.)

Verhalten, welches Bauke (Botan. Zeit. 1878 n. 48. 49, 1880 Taf. 1; Sitz. Ber. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 1878, p. 120 f.) z. T. als Anpassung an das epiphytische Leben

auffasst. Der Keimfaden verbreitert sich durch Teilung nicht der Endzelle, sondern einer der in der Mittelzone gelegenen Zellen zu einer Zellfläche, die sich durch »auffallend zahl-

Fig. 177. *Platycerium* Desv.: *A P. alcicorne* Desv.: Habitus der fertilen Pflanze; *B*, *C P. biforme* (Sw.) Bl.: *B* Habitus; *C* Teil eines Blattes, das selbständige fertile Segment ausgebreitet. (Original.)

reiche« Rhizoiden dem Substrate anheftet. Ihr Randwachstum ist unregelmäßig, meist bleibt es seitlich an einer Stelle zurück, wodurch schließlich eine dem üblichen Verhalten entsprechende, doch unsymmetrische Herzform resultiert.

Höchst eigentümliche Urwald-Epiphyten der Tropenländer. Etwa 8 Arten, einige noch ungenügend bekannt. Die Gattung steht durchaus isoliert unter den Polypodiaceen der Gegenwart.

Sect. I. *Euplatycerium* Diels (*Platyceria* Fée). Fertile Teile der Normalb. nicht selbständig abgesondert.

A. Normalb. ungeteilt, keilförmig, am Saume gekerbt: *P. angolense* Welw. Normalb. 0,4 m breit. Sorusfläche in querverlaufender Binde über die ganze Breite des Blattes. Indument rostfarben. Westafrika. — Sehr ähnlich *P. madagascariense* Bak. auf Madagascar.

B. Normalb. tief-ausgerandet: *P. Ellisii* Bak. Sorusfläche entlang der Einbuchtung verlaufend, breit-nierenförmig. Indument weniger dicht als bei voriger. Wälder Centralmadagascars.

C. Normalb. ein- bis mehrfach dichotom geteilt. — **Ca.** Sorusfläche das Ende der Segmente einnehmend (Fig. 177, *A*): *P. alcicorne* Desv. Basalb. rundlich, convex, gelappt, etwa 0,2 m im Durchmesser. Normalb. gebüschelt, aufrecht, aus keilförmiger Basis fächerförmig, 2—3 mal gegabelt. Segmente etwa 0,1 m lang, 4 cm breit. In der Jugend alle Teile filzig (Fig. 177, *A*). Ostaustralien südlich bis Neusüdwales. Seit alters in Cultur. — *P. sumbawense* Christ, »kleiner, tiefer herab in zahlreiche, schmälere, spitze Segmente geteilt. Sorusfläche stark convex, korkartig verdickt«. Sumbava (kleine Sundainseln). — **Cb.** Sorusfläche die Bucht der Gabelungen umrandend: *P. andinum* Bak. Größer als vorige: Basalb. 1 m lang, Normalb. 2—3 m lang, ihre Segmente bis 0,5 m lang, 5 cm breit. Textur dünner. Indument flaumig. Ostperu, Bolivien. — *P. Stemmaria* (Beauv.) Desv. Größe von *P. alcicorne* Desv. Basalblätter concav, doch am Rande umgeschlagen. Normalb. zweimal gegabelt, mit sehr kräftigen Hauptrippen. Tropisches Westafrika. In Cultur. — *P. Wallichii* Hook. Basalb. tief-gelappt. Normalb. tief-zweiteilig mit wiederum doppelt-gegabelten Hälften. 2 Sorusflächen: jede Hälfte trägt auf der Scheibe unterhalb ihrer Gabelung 1. Hinterindien, Südchina. — *P. grande* J. Sm. Größte Art, dreimal umfangreicher als vorige. Basalb. 0,5 m im Durchmesser, rundlich, am Saume in tief-gegabelte Segmente zerschnitten. Normalb. 1—2 m lang, hängend, mit breitkeiligem Fußstücke, an das sich die beiden mehrfach-dichotomen Segmente I. ansetzen. Nur 1 Sorusfläche, welche das Fußstück bedeckt. Malesien von Malakka ostwärts bis zu den Philippinen und Nordostaustralien. Beliebter Culturfarn.

Sect. II. *Scutigera* Fée. Fertiler Teil der Normalb. als gesondertes Segment von den sterilen abgesondert (Fig. 177, *C*): *P. biforme* (Sw.) Bl. Rhizom beschuppt. Basalb. unregelmäßig gelappt, außerordentlich dick, schließlich zahlreich aufeinander gehäuft. Normalb. 1,5—5 m lang, aus sehr kleinem Fußstücke wiederholt-dichotom in viele schmale (2—3 cm breite) Segmente gegabelt. Sorusflächen auf selbständigen, gestielten, nierenförmigen. 0,15—0,2 m breiten, ganzrandigen, meist einwärts gekrümmten Segmenten (Fig. 177, *B, C*). Südliches Hinterindien durch Malesien bis zu den Philippinen.

Parkeriaceae

von

L. Diels.

Mit 9 Einzelbildern in 2 Figuren.

Wichtigste Litteratur: W. J. Hooker, Species Filicum II, 236. — Hooker & Baker, Synopsis Filicum 174 (1874). — J. G. Baker in Flora Brasil. I. 2, 334. — Christ, Die Farnkräuter der Erde 356 (1897). — L. Kny, Die Entwickelung der Parkeriaceen dargestellt an *Ceratopteris thalictroides* Brongn. In Nova Acta der K. Leop.-Carol. Deutsch. Akad. Naturf. XXXVII, n. 4. 1875.

Merkmale. Sporangien dorsal an den Adern zerstreut, nicht zu Soris vereinigt, fast kugelig, nahezu sitzend, mit je 16 Sporen. Ring ± vollständig, vertical, aus sehr

zahlreichen (50 bis über 70), breiten Zellen gebildet, zuweilen noch von anderen gleichartig verdickten Zellen begleitet, häufig rudimentär, mitunter völlig fehlend. Stomium quergerichtet. Kein Indusium. Deckrand wenig modificiert, breit umgeschlagen. — Tropische Wasserfarne, im Schlamme wurzelnd mit einfacheren Wasserblättern und reich gefiederten Luftblättern. Segmente etwas dimorph, fast parallel, Adern hier und da anastomosierend. ♀ Prothallium mit mehrschichtiger Mittelachse. Erste Teilzellen des jungen Embryo in nebeneinander gelegene Tochterzellen geteilt.

Prothallium. Die Prothallien der *P.* zeigen sich außerordentlich stark zur Diöcie geneigt. Die ♂ Vorkeime (Fig. 178, *A*) bleiben kleiner, und ihr beschränktes Längen-

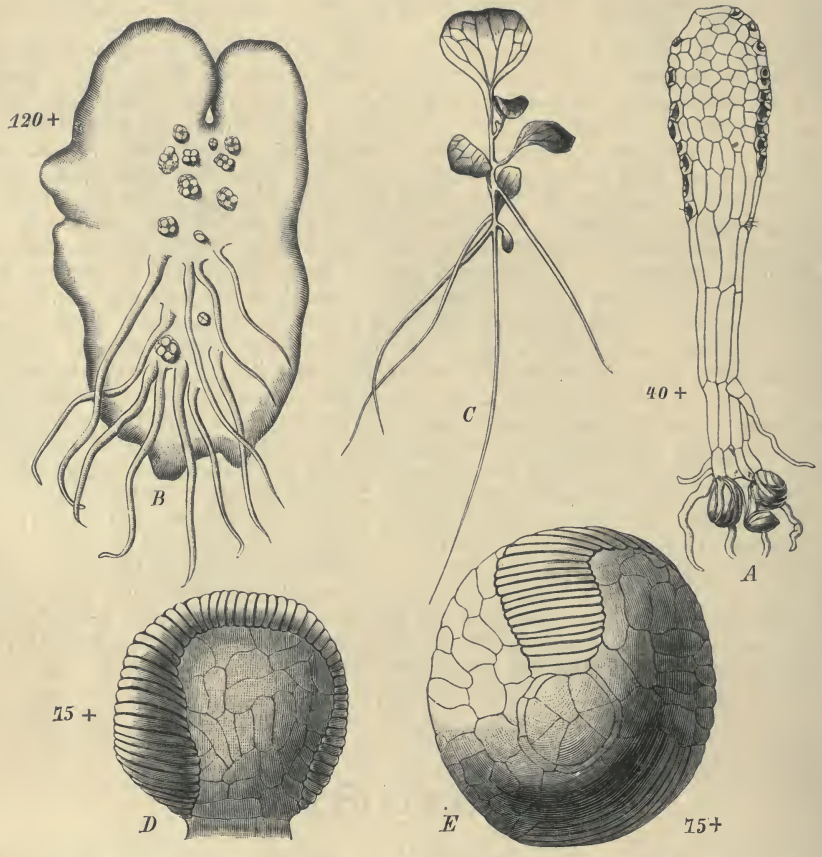


Fig. 178. *Ceratopteris thalictroides* (L.) Brongn.: *A* ♂ Prothallium mit Antheridien; *B* ♀ Prothallium mit Archegonien; *C* Keimpflanze; *D*, *E* Sporangium mit normaler Ringbildung: *D* von der Seite, *E* von unten. (Nach Kny.)

wachstum bringt es oft nur zur Bildung einer spatelförmigen Spreite, die am Rande mit zahlreichen Antheridien besetzt ist. Ihr Leben ist von kurzer Dauer, kann sich aber durch Bildung von Adventivsprossen erheblich verlängern. Größere Prothallien, und so besonders die ♀ (Fig. 178 *B*), zeigen infolge des Auftretens eines secundären seitlichen Vegetationspunktes einen ± zweilappigen, oft völlig herzförmigen Umriss. Ihre mehrschichtige Mittelachse ist unterseits allerorts von Archegonien bedeckt.

Vegetationsorgane. Die Centralzelle des befruchteten Archegoniums zerfällt in eine vordere und hintere Teilzelle: aus der ersten geht das erste B., aus der hinteren

die erste Wurzel hervor, wie bei den *Polypodiaceae*. Während aber (vom Rücken des Vorkeimes aus betrachtet) bei jenen die beiden Hälften der Embryokugel in 2 über einander liegende Teilzellen zerfällt, liegen diese Teilzellen bei den *Parkeriaceae* neben einander; wobei die beiden vorderen Quadranten zunächst ganz im Aufbau des ersten Blattes aufgehen. Dieses erste B. wächst mit einer Scheitelkante, die später folgenden hingegen zeigen in den ersten Stadien ihrer Entwickelung typisches Wachstum durch eine Scheitelzelle (ähnlich *Marsilia*).

Die ersten im Wasser lebenden Phyllome der stets einachsigen Pflanze sind klein, schmächtig und ungeteilt (Fig. 178, *C*). Weiterhin nehmen sie schnell an Umfang zu. Beim fünften oder sechsten B. zeigen sich die ersten Spuren der Fiederung, die folgenden, welche sich über den Wasserspiegel erheben, gewinnen rasch an Gliederung, bis die letzten B. mehrmals gefiedert sind, zuweilen bis zum fünften Grade. In der Aderung folgen die Blätter dem Typus der V. Doodyae (Fig. 179, *B*). Die schmalen fertilen Segmente schlagen ihren einschichtigen Saum breit um, so dass die Sporangien völlig unter diesem Deckrand geborgen sind.

Die *P.* besitzen durchweg einjährige Hauptachsen. Nur durch Adventivknospen, welche in der Achsel der Blattabschnitte fast regelmäßig aufzutreten pflegen, vermögen sie zu perennieren.

Anatomisches Verhalten. Die Zahl der Leitbündel im Blattstiele schwankt je nach seiner Stärke. An schwächeren Exemplaren findet man oft nur einen Kreis von 3—4 Leitbündeln; während kräftige Petiolen nicht selten zwei Kreise mit 20—40 Leitbündeln aufweisen können. Im übrigen ist der histologische Bau der vegetativen Organe ein durchaus der hygrophilen Lebensweise der Familie entsprechender.

Sporangien. Die Sporangien nehmen ihre Entstehung aus einer Zelle, deren erste Zweiteilung durch eine spitzwinklig-schiefe Wand, also etwas abweichend von den *Polypodiaceen* erfolgt, deren Weiterentwickelung sonst jedoch in ähnlicher Weise sich abspielt wie dort. Die schließliche Form des Sporangiums (Fig. 178, *D, E*) ist die eines fast sitzenden, nahezu kugelrunden Behälters. Der Ring zeichnet sich aus durch eine auffallende, einzig-artige Unbeständigkeit in Zahl und Anordnung seiner Zellen. Als normal kann seine in Fig. 178, *D, E* dargestellte Form betrachtet werden, wo die außerordentlich beträchtliche Anzahl der beteiligten Zellen (50—70 und mehr nach Kny) Beachtung fordert. Nicht selten aber ist der Ring über dem Stomium unterbrochen, oder er besteht streckenweise aus einer doppelten Kette oder zeigt sonstige Abnormitäten, ja es kommt vor, dass er überhaupt nicht ausgebildet wird. — Die Centralzelle des Sporangiums teilt sich in einfacherer und regelmäßigerer Weise, als es bei den *Polypodiaceen* Regel. Als Endresultat liefert sie fast ausnahmslos 16 Sporen.

Sporen. Die gerundet-tetraëdrischen, mit drei Leisten versehenen Sporen (Fig. 10, *E, F* (S. 15); 178, *A*) fallen durch die zierliche Leistenskulptur der Exine und die ungewöhnliche, durchschnittlich über $^1/_{10}$ mm betragende Größe ihres Durchmessers auf.

Geographische Verbreitung. Die einzige Art der Familie ist verbreitet durch die gesamten Tropen und merkwürdig als einzige typische Wasserpflanze unter den Familien der *Eufilicineae*.

Nutzen. *Ceratopteris thalictroides* dient gekocht zuweilen als Gemüse.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die nächsten Verwandten der *P.* hat man zweifellos unter den *Polypodiaceae* zu suchen, mit denen der Bauplan des Sporangiums übereinstimmt. Doch wenn bereits die Fructifications-Charaktere für Brongniart und Hooker Grund genug waren, die Gattung zu isolieren, so haben die durch Kny ermittelten erheblichen Differenzen in den entwickelungsgeschichtlichen Verhältnissen einen hinreichenden Beweis für die Selbständigkeit der *P.* geliefert. Für die von Prantl nach seiner Auffassung des Sorus angenommenen Beziehungen zu den *Schizaeaceen* sehe ich keine Gründe.

Ceratopteris Brong. (incl. *Parkeria* Hook. & Grev.). Charakter der Familie (Fig. 179). 1 Art durch die Tropenländer.

C. thalictroides (L.) Brongn. Einjährige Pflanze. Stamm äußerst reduciert, mit zahlreichen Wurzeln besetzt. B. gebüschelt, saftig-fleischig, mit 0,3 m langem, dick-aufgeblasenem Stiele und etwa 0,4—0,5 m langer, eiförmiger Spreite. Ältere (Wasser-)blätter einfach-fiederig

Fig. 179. *Ceratopteris thalictroides* (L.) Brongn.: *A* Habitus; *B* Teil eines sterilen Blattsegmentes mit Aderung; *C* fertile Fieder; *D* Teil davon mit Aderung und Sporangien. (*A*, *C* Original; *B*, *D* nach Baker in Flor. Bras.).

mit stumpf-eiförmigen, ± gezähnten Lappen (Fig. 179); jüngere (Luft-)blätter fertil, mehrfach-gefiedert, mit schmalen, schotenförmig aussehenden Segmenten (Fig. 179, *C*). Sporangien mit breitem Ringe, der zuweilen völlig fehlt. Charakteristische Pflanze nasser Stellen oder stehender Gewässer, oft massenhaft, durch die ganzen Tropen verbreitet: von den Antillen bis Brasilien, im tropischen Afrika, von Japan und Indien bis Nordaustralien. Die ringlose Form wurde von Hooker & Greville zuerst als *Parkeria pteroides* Hook. & Grev. abgebildet.

Matoniaceae

von

L. Diels.

Mit 21 Einzelbildern in 6 Figuren.

Wichtigste Litteratur: R. Brown in Wallich Plant. Asiat. Rarior. I, t. 16. — W. J. Hooker, Species Filicum V, 286 (1864). — Hooker & Baker, Synopsis Filicum p. 45 (1874). — Christ, Die Farnkräuter der Erde p. 335 f. (1897). — Baker in Journ. Linn. Soc. XXIV, 256; Summary of the New Ferns. Annals of Botany V, pl. XIV. Separat-Abdr. S. 11 (1892).

Merkmale. Sori wenig zahlreich, aus wenigen (6—10) radial angefügten Sporangien gebildet, auf der Anastomose feiner Äderchen oder am Ende einer Seitenader II.,

Fig. 180. *A*, *B* Schema der Blattverzweigung bei *Matonia*: *A M. pectinata* R. Br.: *a*, *b*, *c* u. s. w. die successiven homologen Gabelzweige des dichasialen Sympodiums; *B M. sarmentosa* Bak.: *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, die successiven homologen Gabelzweige des dichasialen Sympodiums; *a'*, *b'*, *c'*, *d'* Spindeln II., *b''*, *d''* Spindeln III. Weitere Erklärung siehe im Text. — *C*, *D* Querschnitt durch den Blattstiel von *M. pectinata* R. Br.: *C* im oberen, *D* im unteren Teile. Die Protohadromgruppen des Leitbündels durch Punkte bezeichnet. (Original.)

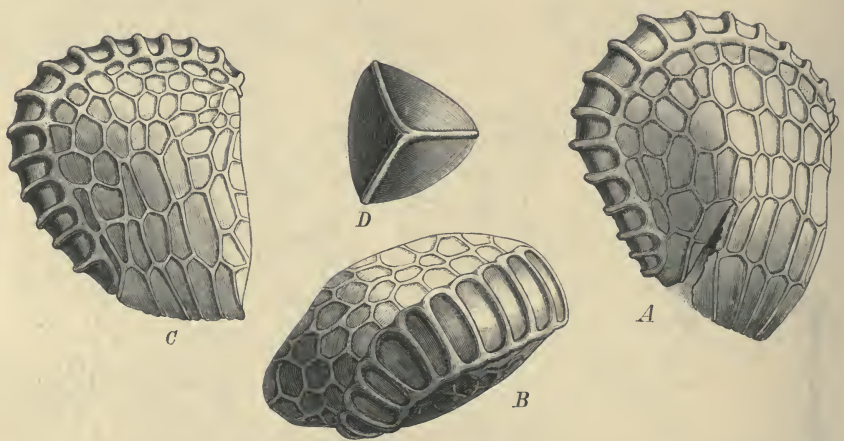
an convexem Receptaculum. Sporangien sitzend oder kurzgestielt. Ring vollständig, geschlossen, etwas schief verlaufend. Dehiscenz schief-quer gerichtet. Indusium schildförmig, aus relativ kräftig bewandeten Zellen zusammengesetzt. — Rhizom kriechend, mit Haaren bedeckt. B. dichotom verzweigt, nur in den letzten Segmenten mit fiederiger Aderung. — Malesien.

Prothallium. Über die Entwickelung des Vorkeims ist bisher nichts bekannt geworden.

Vegetationsorgane. Die beiden den *M.* zugehörigen Arten unterscheiden sich schon durch ihre Tracht (Fig. 182, 183) sehr erheblich, indem *M. pectinata* einen kräftigen, starr aufrechten Erdfarn darstellt, während *M. sarmentosa* von Felsen oder Baumästen seine langen, etwas schlaffen B. frei herabhängen lässt. In der Verzweigung der Blattachse weichen sie ebenfalls hochgradig von einander ab, wenn auch ein gemeinsamer Bauplan noch reconstruierbar scheint.

Bei *M. pectinata* (Fig. 180, *A*) zeigt sich wiederholte Dichotomie, wobei stets der innere Gabelzweig, zur Seite gerückt und stark verlängert, die Fiederspindel darstellt, während der entsprechende äußere kurz bleibt, aber viel kräftiger wird und ein Glied eines eigentümlichen, die primären Gabeläste des Petiolus fortsetzenden Sympodiums bildet. Vgl. das Schema Fig. 180, *A*, wo die successiven homologen Gabelzweige gleichartig durch *a*, *b*, *c*, *d* u. s. w. gekennzeichnet sind.

Für *M. sarmentosa* (Fig. 180, *B*) hat man wohl ebenfalls ursprünglich reine Dichotomie anzunehmen; doch ist in dem gesamten Verzweigungssystem die Förderung des



[Fig. 181. *Matonia pectinata* R.Br.: *A*—*C* Sporangium, Vorder-, Rück- und Seitenansicht; *D* Spore. (Original.)

einen Gabelzweiges und die sympodiale Verkettung der benachbarten Sprossteile noch erheblich gesteigert im Vergleich zu *M. pectinata*; so dass der Augenschein an den meisten Stellen kaum mehr etwas von Dichotomie erkennen lässt. Es sieht aus, als entsende die Spindel zunächst in fiederiger Anordnung regellos verzweigte Blattteile. Wie das Schema Fig. 180, *B* lehrt, trägt sie jedoch in Wahrheit durchweg Spindeln I., welche stets ganz kurz bleiben, oft fast völlig unterdrückt sind (Fig. 180, *B*, *b*, *c*, *d*,) und (ähnlich wie bei *Lygodium*) sofort durch echte Dichotomie in zwei, zuweilen (wohl durch wiederholte Gabelung mit partieller Stauchung) in drei Spindeln II. (Fig. 180, *B*, *a'*, *b'*, *c'*, *d'*) zerfallen. Diese können einfach bleiben (*c'*), häufiger gabeln sie sich noch einige Grade (z. B. *b''*, *d''*) weiter, so dass an den Enden der Blätter gewöhnlich deutliche Dichotomien (*e*, *f*, *g*) sichtbar werden. Wie bei *Gleichenia* und *Lygodium* trägt die Achsel der primären Gabel sehr oft eine durch Spreuhaare geschützte Fortsetzungsknospe (× in Fig. 180, *B*), die wie dort zu einer verzweigten Spindel auszuwachsen vermag. Wie aus dem Schema ersichtlich, betrachte ich die successiven Glieder der sympodialen Hauptrippe als homolog den relativen reducierten Spindeln I., also *a* zu *a*, *b* zu *b*, *c* zu *c*, *d* zu *d*. Damit bleibt als wesentlicher Unterschied gegenüber *M. pectinata* nur die Thatsache übrig, dass Förderung resp. Unterdrückung alternierend bald den äußeren, bald

den inneren Gabelzweig treffen, also zu bostrychoidem Aufbau statt zu cicinnoidem führt. Die letzten Seitenadern sind bei beiden Arten einfach oder gegabelt.

Fig. 182. *Matonia pectinata* R.Br.: *A* Blatt; *B* Querschnitt durch den Sorus, vergrößert; *C* Teil eines fertilen Segmentes mit Aderung, vergrößert; *D* Teil einer Fieder mit Aderung und Soris, nat. Größe. (Original.)

Anatomisches Verhalten*). In der Wurzel ist das Leitbündel triarch gebaut. Das Rhizom ist erfüllt von meist dickwandigem, verholztem Grundgewebe, welches von

*) Mit Benutzung der Untersuchungen von Professor A. C. Seward, der eine Übersicht seiner noch unpublicierten Resultate gütigst zur Verfügung stellte.

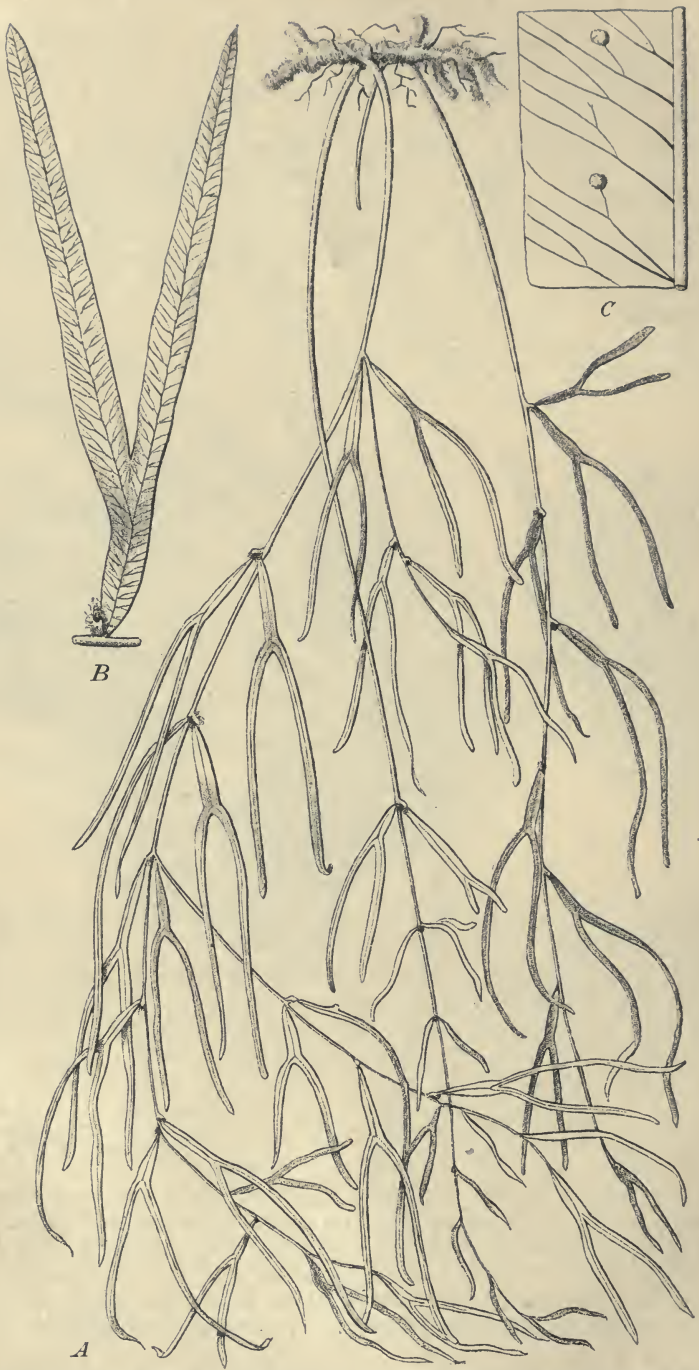


Fig. 183. *Matonia sarmentosa* Bak.: *A* Habitus; *B* Segment I. des Blattes, links unten die Hemmungsknospe; *C* Stück der Hälfte eines fertilen Segmentes mit Aderung und Soris. (Original, nach einem von Herrn Dr. Christ-Basel gütigst zur Verfügung gestellten vollständigen Exemplare.)

zwei röhrenförmigen concentrischen Leitbündeln durchzogen wird. Hierzu kommt mitunter ein dritter axiler Strang von geringerem Umfange hinzu. In dem inneren der beiden röhrenförmigen Bündel ist eine einzige Protohadromgruppe zu bemerken, während das äußere deren eine große Anzahl enthalten kann. Im übrigen ist der Bau der von einer kaum verdickten Endodermis umschlossenen Bündel der typische. — Im Blattstiel verlaufen am Grunde die Leitstränge (Fig. 180, *D*) noch getrennt, vereinigen sich weiter oben jedoch zu einem einzigen halbcylindrischen Bündel, das mit seinen ± eingeschlagenen Rändern freilich den Hauptteil des Querschnittes einnimmt (Fig. 180, *C*). — Das Blatt zeigt bei beiden Arten ein sehr lacunöses Chlorenchym. Die Epidermis besteht bei *M. pectinata* aus Zellen mit geraden, kräftigen Wänden; bei *M. sarmentosa* verzahnen sich die Oberhautzellen durch sehr stark gewellte Wände. Die Spaltöffnungen, auf die Unterseite beschränkt, münden infolge einer papillenartigen Wandvorwölbung ihrer Nebenzellen in einen umfriedigten Vorraum.

Sori. Die Sori stehen auf leicht convexem Receptaculum und setzen sich aus wenigen (meist 6, selten bis 10) Sporangien zusammen. Sie sind überdacht von einem gewölbt-schildförmigen, aus etwas derbwandigen Zellen gebildeten Indusium (Fig. 182, *B*, *D*).

Sporangien. Die Sporangien (Fig. 181, *A* – *C*) sind meist sitzend angefügt, selten kurz gestielt. Ihre Entwickelung ist noch nicht näher verfolgt worden. Der Ring, vollständig und etwas schief verlaufend, besteht aus etwa 20— 24 Zellen. Das Aufspringen erfolgt durch schiefen Transversalriss. Die Sporen sind tetraëdrisch und mit 3 Leisten geziert (Fig. 181, *D*).

Geographische Verbreitung. Beide Arten der Familie sind, so weit bekannt, localisiert auf das westliche Borneo, *M. pectinata* kommt auch noch gegenüber in Malakka am Ophir vor; sie bilden die eigentümlichsten Endemismen des an Farn-Specialitäten so reichen malesischen Gebietes.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Der Bau der Fortpflanzungsorgane weist den *M.* ihren Platz neben den *Polypodiaceen* und *Cyatheaceen*; namentlich letzteren gleichen sie in der Structur der Sporangien. Doch abgesehen von den tiefliegenden Differenzen des ganzen Aufbaues und dem Besitz des oberständigen Indusiums verbieten auch die anatomischen Differenzen eine Vereinigung beider Familien.

Einzige Gattung:

Matonia R. Br. Charakter der Familie.

2 Arten, die in ihren vegetativen Charakteren wenig Gemeinsames bieten, in dem Bau der Sori und Sporangien aber weitgehende Übereinstimmung zeigen.

M. pectinata R.Br. Aufrechter Erdfarn. B. mit starkem, etwa 0,5 m langem Stiele und etwa 0,4—0,6 m breiter, fächerförmiger, starr-lederiger Spreite. Fiedern zahlreich, dicht, wagerecht; die innersten am längsten (bis 0,2 m), mit lanzettlich-linealen, spitzen Segmenten. Sori auf einer Anastomose von Äderchen im unteren Teile der Segmente II. (Fig. 182, *C*) inseriert. Bergland Sarawaks und Ophir bei Singapore, zwischen 1000 und 1500 m, oft wie *Dipteris* ganze Strecken mit kraftvollem Laubdach schmückend (Fig. 182).

Fossil kommt *Matonia pectinata* schon in der Kreide vor, wenigstens vermag ich die von Krasser (1896) beschriebene *M. Wiesneri* aus der Kreide von Kronstadt in Mähren nicht von der recenten Art zu unterscheiden. (H. Potonié.)

M. sarmentosa R.Br. Rhizom kriechend, mit Spreuhaaren dicht besetzt, Baumästen und Felsen dicht anliegend. B. bis 1 m lang, etwas schlaff herabhängend. Blattstiel dünn, mit langen Internodien, kurz-gestielte oder sitzende Fiedern I. tragend. Fiedern I. ungeteilt oder ein- bis mehrmals gegabelt, 0,1 m lang, ganzrandig, stumpf, kahl. Sori am Ende einer kurzen Seitenader II. (Fig. 183, *C*), bedeutend kleiner als bei voriger Art. Schluchten des Kalkgebirges, wurde 1887 von Bischof Hose am Niah auf Borneo entdeckt (Fig. 183).

Fossile Matoniaceae. Von H. Potonié.

Im Keuper, Rhät und Jura sind Reste einer Farnfamilie häufig und charakteristisch, deren heutige nächste Verwandte die Gattung *Matonia* ist.

Über die Gesamttracht unserer Fossilien wissen wir nichts Bestimmtes. Nathorst hat (1876 u. 1878) unter den Namen *Rhizomopteris Schenki* u. *R. major* verhältnismäßig dünne Stengelorgane, so dass es sich nur um unterirdische Rhizome, resp. kletternde oder spreizklimmende Organe handeln kann, bekannt gemacht, die mit den im Folgenden unter *Clathropteris* und *Dictyophyllum* beschriebenen Blättern zusammen gefunden, vielleicht auch die Stengelorgane derselben sind. Es sind in derselben Fläche wiederholt-gegabelte, nackte Stücke, die auf der einen Seite locker stehende Blattnarben mit je einem durchaus hufeisenförmigen Leitbündelquerschnitt zeigen.

Die Blätter der fossilen Farngruppe sind langgestielt; ihre Spreite ist fächerförmig, und zwar muss man aus der namentlich durch die Hauptadern der Fächerteile, resp. der Blättchen, welche den Fächer zusammensetzen, hervortretenden Verkettung der Blättchen oder Spreitenteile schließen, dass das Blatt dichosympodial aufgebaut ist, im Princip also ebenso wie *Matonia pectinata*. Die Gabelfußstücke der Hauptadern sind also so stark verkürzt, dass die freien Gabeln von einer gemeinsamen Stelle, aber fächerförmig, ausstrahlen (vergl. S. 344).

Die Blättchen, resp. Fächerteile können gelappt bis gefiedert sein. Die Aderung ist diejenige von *Matonia pectinata*, oder die Adern sind zu Maschen verbunden, und zwar zu Maschen erster und zweiter Ordnung, d. h. es werden schwächer umrandete Maschen von stärkeren Adern umschlossen, wie das an Farnen des Palaeozoicums noch nicht vorkommt.

Die Sporangien stehen in wenig-sporangische Sori gruppiert, die abgesehen von dem bislang noch nicht beobachteten und vielleicht gänzlich fehlenden Indusium oft ganz und gar in Form, Größe, Ausbildung der Sporangien und Sporen denen von *Matonia pectinata* gleichen, zuweilen aber namentlich in der Anordnung der Sporangien von dieser recenten Art abweichen.

Es lassen sich die folgenden Gattungen unterscheiden, die freilich bei besserer Kenntnis der Fossilien wohl wesentlich zusammengestrichen werden müssen; entspricht doch z. B. die erstgenannte Gattung *Laccopteris*, abgesehen von dem fehlenden, beziehungsweise bisher noch nicht gefundenen Indusium in ihren Charakteren der recenten Gattung *Matonia* derartig, dass vielleicht sogar eine Einziehung dieser und anderer fossiler Gattungen in die recente Gattung nötig werden wird. *Matonia* selbst wird (vgl. z. B. Raciborski 1891) in einigen Arten aus dem Jura n. Wealden angegeben, die Species *M. pectinata* kommt sicher in der Kreide vor (vergl. S. 347).

A. Spreitenteile mit freien Adern.

1. **Laccopteris** Presl in Sternberg 1838 (incl. *Andriana* C. Fr. Braun 1844). — Blätter langgestielt, Spreite aus fächerig zusammenstehenden Blättchen zusammengesetzt; letztere fiederig tief-gelappt bis total-gefiedert. Fiedern mit starker Mittelader, von der gegabelte, nicht maschig-anastomosierende Seitenadern ausgehen. Sori in je einer Zeile neben dieser Mittelader angeordnet, so dass jede Fieder beziehungsweise jeder Lappen 2 Soruszeilen trägt. Sori aus wenigen, ca. 6—9, kreisförmig angeordneten Sporangien zusammengesetzt, Fig. 184. In Größe, äußerem Ansehen und Anordnung ganz und gar den Sori von *Matonia* gleichend (Zeiller 1885), nur dass bei *Laccopteris* kein Indusium bekannt ist. Der sehr auffällige Sporangialring verläuft, den Sorus von der Fläche (Fig. 184) gesehen, in beiden Fällen am Außenrande und den beiden Seitenrändern der Sporangien, verschwindet aber am Innenrande, vor dem Anheftungspunkt der Sporangien nach unten

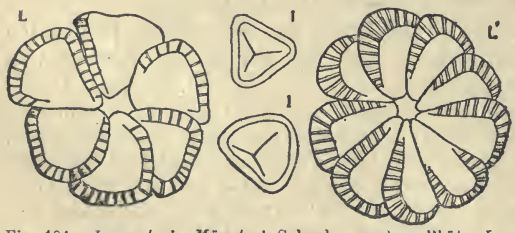


Fig. 184. *Laccopteris Münsteri* Schenk aus dem Rhät: *L* u. *L'* Sori in 20/1 und *l* Sporen in 125/1. (*L*, *l* nach Schenk; *L'* nach Zeiller.)

hin verlaufend, um sich hier zu schließen. *Andriana* ist nur ein Erhaltungszustand: Reste, bei denen die Sporangien aus ihrer normalen kreisförmigen Stellung verschoben sind.

Einige Arten im Rhät, Jura (bis zum Neocom?).

2. **Selenocarpus** Schenk 1867. — Blatttypus wie bei *Laccopteris*, auch die Aderung und Sorusanordnung wie bei dieser Gattung. Sori jedoch sichelförmig, d. h. die gewöhnlich 4—5 Sporangien zu der Gestalt des Viertelmondes angeordnet. Ring sehr deutlich, wie bei voriger Gattung.

1 Art, *S. Münsteriana* Schenk im Rhät.

B. Spreitenteile mit Adermaschen.

3. **Clathropteris** Brongn. — Blätter fächerig geteilt, Fächerteile fiederig kurzlappig (grob-gezähnt), Fig. 185. Aderung mit mehr minder sich dem Quadratischen

Fig. 185. *Clathropteris Münsteriana* Schenk in $^1/_2$ der nat. Größe, rechts oben ein Stückchen in $^3/_1$. — Keuper (Lunzer Schichten) von Lunz in Österreich.

nähernden Maschen 1. und 2. Ordnung. Sori kreisrund aus 5—8 Sporangien mit schrägem, vollständigem Ring.

Mehrere Arten im Keuper, Rhät, Jura (und Wealden?).

4. **Dictyophyllum** Lindley et Hutton (incl. *Thaumopteris* Göpp.). — Fächerteile mehr minder tief-buchtig gefiedert oder fiederig buchtig-gelappt. Adermaschen 1. Ordnung nicht quadratisch; diejenigen, welche die Hauptader der Fächerteilstücke zu beiden Seiten begleiten, durch ihre mehr längsgestreckte Form und ihre Größe oft auffälliger hervortretend, die übrigen Maschen mehr polygonal. Sori wie bei *Chlathropteris*. —

Einige Arten im Rhät und Jura.

5. **Microdictyon** Saporta 1873. — Ganze Blätter unbekannt. Die länglichen Fiederstücke, die gefunden wurden, tragen nur 2 Längszeilen Sori wie bei *Laccopteris*, während sonst die Sori bei den maschenaderigen fossilen Matoniaceen über die ganze Unterfläche zerstreut sind. Auch bei *M.* treten die der Hauptader der Fiedern unmittelbar angrenzenden Maschen 1. Ordnung durch stärkere Contourierung auffällig hervor. Sori (vergl.

Raciborski 1894 T. XIII Fig. 14) aus einigen im Kreise angeordneten Sporangien vom *Matonia*-Typus gebildet

Eine oder wenige Arten im Jura.

6. **Camptopteris** Presl emend. — Blätter mit 10—20 Fächersegmenten von lang-lineal-lanzettlicher Form, an ihrem Grunde mehr minder hoch unter einander verwachsen; Rand der Fächerteile gelappt (grob-gezähnt). »Sporangien gruppenweise auf der ganzen Unterseite der Fiedern zerstreut«*) (Schimper 1880, vgl. in Schimper-Schenk 1890).

Eine Art, *C. serrata* Kurr, im Keuper.

Gleicheniaceae

von

L. Diels.

Mit 22 Einzelbildern in 5 Figuren.

Wichtigste Litteratur: W. J. Hooker, Spec. Filic. I, 1 ff. (1846). — Hooker & Baker, Synops. Filic. 11 ff. (1874). — Christ, Die Farnkräuter der Erde 337 ff. (1897). — Vgl. auch Litteratur unter *Polypodiaceae*, S. 139 ff. — N. W. P. Rauwenhoff, La génération sexuée des Gleicheniacées. Arch. Néerl. XXIV, 157—231. — Poirault in Compt. Rend. Acad. Paris CXV. 1100 (1892).

Merkmale. Sori terminal, dorsal oder gabelständig an der Ader, klein, aus wenigen (2—8) Sporangien zusammengesetzt. Sporangien sehr kurz gestielt oder sitzend. Ring transversal, etwas oberhalb der Mitte verlaufend. Dehiscenz vertical gerichtet. Indusium fehlend. Sporen radiär oder bilateral. — Erdfarne, häufig mit unbegrenztem Wachstum und kletternd, die Achsen primärer Ordnungen fast stets dichotom gebaut, erst die Seitenachsen letzter Ordnung fiederig angefügt. Oft Adventivknospen. Adern stets frei.

Prothallium. Nach den Untersuchungen Rauwenhoff's folgen die *Gl.* in der Entwickelung ihres Prothalliums und der Sexualorgane durchaus dem bei den *Polypodiaceen* vorherrschenden Typus.

Vegetationsorgane. Die *Gl.* besitzen eine meist kriechende, selten aufrechte Grundachse und sehr charakteristisch gebaute Blätter. Sie sind meist zerstreut, selten büschelig und stets ungegliedert dem Rhizome angefügt. Die Eigentümlichkeit ihrer Verzweigung liegt darin, dass stets erst die Achsen letzter (nur bei Sect. *Diplopterygium* auch schon vorletzter) Ordnung fiederig an den sonst dichotom verzweigten Sprossen angefügt sind. Bei vielen Arten sind diese mit einem ± unbegrenzten Wachstum begabt, so dass lange Sprossverbände entstehen, welche viele Meter hoch an Bäumen emporklettern oder sich unentwirrbar verflechtend fast undurchdringliche Dickichte bilden. — Sehr verbreitet findet sich bei den *Gl.* das Vorkommen von Adventivsprossen, welche besonders in den Gabelungen der Achsen zu entstehen pflegen.

Anatomisches Verhalten. Das Rhizom der *Gl.* wird von einem Cylinder durchzogen, dessen Leitbündel in ihrem centralen Hadrom neben den Tracheïden ein stärkeführendes Parenchym besitzen. Den Blattstiel durchzieht ein Leitbündel mit einem auf dem Querschnitt meist V-förmigen Hadromteil, der an seinen exponierten Kanten von festen Libriformfasern begleitet wird. Bei mehreren Arten von *Eugleichenia* finden sich

*) Hierbei ist darauf aufmerksam zu machen, dass bei *Clathropteris* und *Dictyophyllum* die Sori unter Umständen so dicht stehen, dass die Sporangien wie bei *Acrostichum* gleichmäßig die ganze Unterfläche der spreitigen Teile zu bedecken scheinen.

nach Poirault im Leptom eigenartige, auch bei den *Schizaeaceen* constatierte, verholzte Prosenchymzellen, die jener Autor als modificierte Siebröhren auffasst.

Es bieten im übrigen die anatomischen Verhältnisse der *Gleicheniaceen*, soweit bekannt, nichts irgendwie Eigentümliches.

Sporangien. Die Sporangien aller *Gl.* stehen auf der Blattunterseite an den Adern, dorsal, gabelständig oder terminal, meist nur wenige (2—8) einen Sorus bildend (Fig. 186, *A*). Der Hauptcharakter der Sporangien liegt in der Stellung und Beschaffenheit des Ringes. Er besteht aus 15—25 Zellen und verläuft transversal etwas oberhalb der Mitte des ellipsoidisch oder fast kugelig geformten Sporangiums (Fig. 186, *B*—*E*). Die Öffnung der Sporangien erfolgt durch Verticalriss (Fig. 186, *D*, *E*).

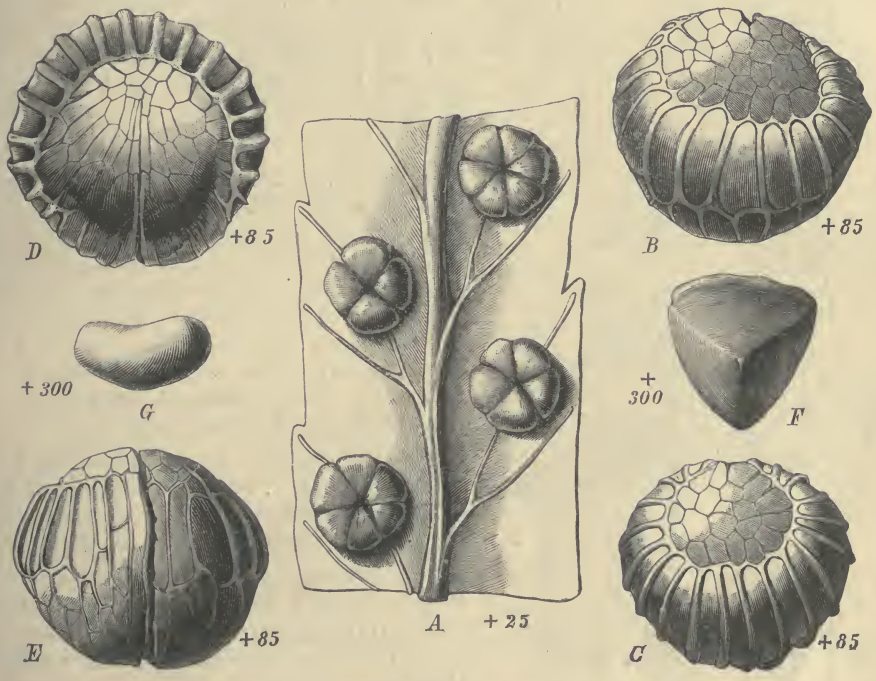


Fig. 186. *Gleichenia*: *A* Teil eines fertilen Segmentes von *G. flabellata* R. Br.: mit Aderung und Soris. — *B*—*E* Sporangium von *G. dicarpa* R. Br. in verschiedenen Lagen, bei *D*, *E* die Dehiscenz zeigend. — *F*, *G* Sporen: *F* von *G. dicarpa* R. Br.; *G* von *G. pedalis* Kaulf. (Original.)

Sporen. Die Gestalt der Sporen ist teils die radiär tetraëdrisch-kugelige (Fig. 186, *E*); teils die bilaterale (Fig. 186, *G*); ihre Exine zeigt sich oft mit Sculpturen ausgestattet.

Geographische Verbreitung. Das Areal der *Gl.* erstreckt sich über die gesamten Tropenländer, wo sie in den Gebirgen auch zu den temperierten Regionen aufsteigen. Entsprechend gehen sie in Ostasien weit in die borealen Subtropen hinein, während sie sonst den gemäßigten Ländern der Nordhemisphäre fehlen. Dagegen dringen sie auf sämtlichen drei australen Continenten polwärts bis zu den Südspitzen vor und erreichen so an der Magellanstrasse den 54. Breitengrad.

Eine äußerst weite Verbreitung über mehrere Erdteile hin lässt sich bei einigen Arten constatieren, welche oft zugleich in der Massenhaftigkeit des Vorkommens ihre Expansionskraft bezeugen. Manche davon gehören vermöge ihrer geringen Empfindlichkeit gegen mäßige Trockenheit und starke Belichtung zu den ersten Pionieren secundärer Formationen.

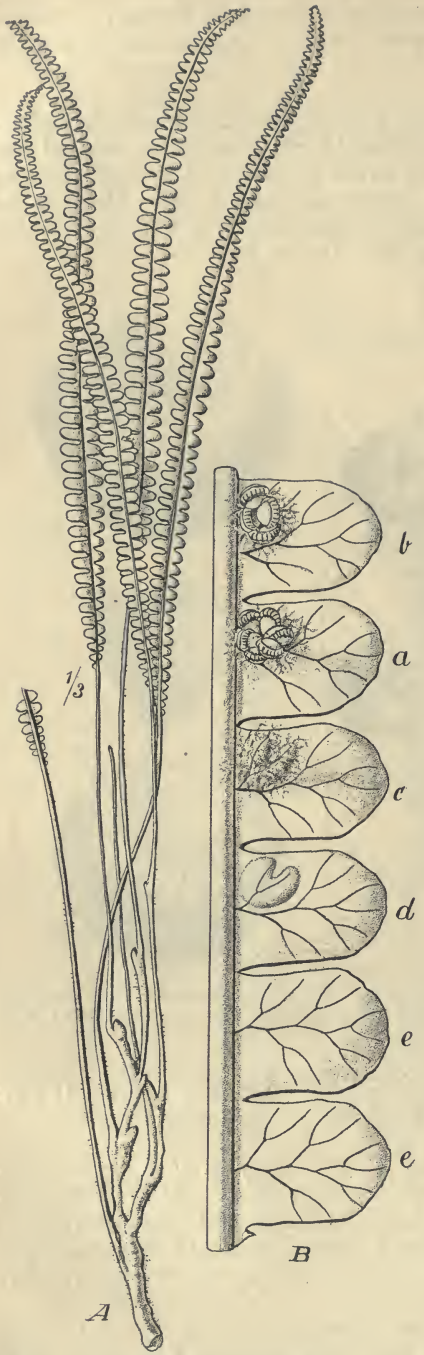


Fig. 187. *Stromatopteris moniliformis* Mett.: *A* Habitus; *B* Teil der Hälfte des Blattes: bei *a*, *b* mit Sporangien, *c* Sporangien entfernt, Paraphysen sichtbar, *d* Paraphysen entfernt, um das Receptaculum zu zeigen, *e* sterile Segmente. (Original.)

Demzufolge beansprucht doppelte Beachtung die strenge Localisierung, welcher einzelne isolierte Arten im tropischen Australien, bezw. Neucaledonien unterworfen sind.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die Structur der Sporangien und der Modus ihrer Dehiscenz nähert die *Gl.* vor allen den *Schizaeaceae*, welche durch die Tracht sich ebenso weit entfernen wie durch die Isolierung der Sporangien und deren oft randständigen Ursprung. Die *Matoniaceae*, welche von einigen Autoren in ihre Verwandtschaft gebracht wurden, entfernen sich durch die Lage des Ringes und das eigentümliche Indusium zu sehr, als dass die entfernten habituellen Analogien als genügender Ausweis realer Beziehungen gelten könnten.

Einteilung der Familie. Die meisten Autoren nehmen für die *Gl.* nur 1 Gattung in Anspruch, die allerdings mehrere ziemlich scharf geschiedene Typen umfasst. Auch mir scheint, so lange eingehendere Untersuchungen mangeln, die Beibehaltung der üblichen Fassung von *Gleichenia* am rätlichsten. Nur sehe ich mit Mettenius die Eigentümlichkeiten von *Stromatopteris* für bedeutend genug an, um sie von der übrigen Masse gesondert zu lassen.

A. Rhizom aufrecht. B. gebüschelt, einfach-fiederspaltig . . . **1. Stromatopteris.**
B. Rhizom kriechend. B. meist zerstreut, meist dichotom-verzweigt . . **2. Gleichenia.**

1. **Stromatopteris** Mett. (*Gleicheniae* sp. Moore, Hk. Bk.). Sori auf erhöhtem, angeschwollenem, hufeisenförmigem Receptaculum, das die Gabelung der untersten akroskopen Seitenadern besetzt (Fig. 187, *B*, *d*). Sporangien 3—6, nach dem Charakter der Familie gebaut. Paraphysen verzweigt, filzähnlich (Fig. 187, *B*, *c*). — Stamm aufrecht, verzweigt, holzig, fast strauchig. B. gebüschelt an den Ästen, einzelne auch zerstreut, einfach-fiederspaltig, lederig (Fig. 187, *A*).

Sehr eigentümlicher, isolierter Typus; 1 Art auf Neucaledonien.

S. moniliformis Mett. Stamm rötlich behaart. B. mit 0,1 m langem Stiele und 0,2—0,3 m langer, linealer Spreite. Segmente zahlreich, dreieckig-oval, 2—2,5 cm lang, unterseits concav. Auf trockneren Triften Neucaledoniens.

2. **Gleichenia** Sm. (incl. *Calymella* Presl, *Dicranopteris* Bernh., *Gleicheniastrum* Presl, *Hicriopteris* Presl, *Mesosorus* Hassk., *Mertensia* Willd., *Platyzoma* R. Br., *Sticherus* Presl).

Sporangien nach dem Charakter der Familie. — Rhizom kriechend. B. zerstreut, sehr selten gebüschelt, selten einfach-gefiedert, allermeist ± reichlich dichotom-verzweigt.

Etwa 25 Arten durch die Tropenländer, die Subtropen Ostasiens und die meisten Gebiete der südlichen Hemisphäre.

Untergatt. I. *Mertensia* Willd. (als Gatt.). Rhizom kriechend. B. zerstreut, ihre Verzweigungen niederer Ordnung stets dichotom, die höherer Ordnung meist fiederig (Fig. 188). Segmente länglich oder lineal, selten eiförmig. Sori am Rücken oder in der Gabelung der Seitenadern.

Sect. I. *Diplopterygium* Diels. B. nur einmal gegabelt. Jeder der beiden Äste doppelt-gefiedert (Fig. 188, *A*): *G. glauca* (Thunb.) Hook. (*G. longissima* Bl.). B. bis 6 m lang. Fiedern I. 0,1—0,2 m lang, bis zur Spindel fiederspaltig. Segmente lineal-lanzettlich, unterseits blass, kahl oder ± filzig. Spindel und junge Sprosse dicht von hellfarbigen Spreuschuppen verhüllt. Sporangien zu 3—5, oft mit Haaren gemischt. Im Habitus etwas an *Pteridium* erinnernd und in ähnlicher Weise oft undurchdringliche Dickichte in Wäldern und auf Buschland bildend. Malesien und Nachbarländer bis Osthimalaya, China, Japan, Sandwichinseln, Nordostaustralien; Antillen, Centralamerika, Columbien. Sehr stark behaarte Formen (*G. arachnoidea* Mett.) gehören den oberen Bergregionen an.

Sect. II. *Holopterygium* Diels. B. meist wiederholt dichotom gegabelt. Spindeln oberhalb der ersten Gabelung überall mit Fiedern besetzt (Fig. 188, *B*, 189, *A*).

A. Segmente schmal, länglich oder lineal. — **Aa.** B. nicht gegabelt: *G. simplex* Hook. B. 0,15—0,4 m lang, 1,5—2,5 cm breit, lanzettlich-lineal, kammförmig-gefiedert, unterseits bläulich bereift. Anden von Ecuador und Peru. — **Ab.** B. gegabelt: *G. flabellata* R. Br. B. breit-fächerförmig, 0,5—1 m lang, von häutiger Textur, kahl, unten kaum bereift, stark sprossend. Wälder Ostaustraliens, Neucaledoniens, Nordneuseelands. — *G. umbraculifera* Moore, voriger ganz ähnlich, Südafrika. — *G. Cunninghamii* Hew. Tracht von *G.*

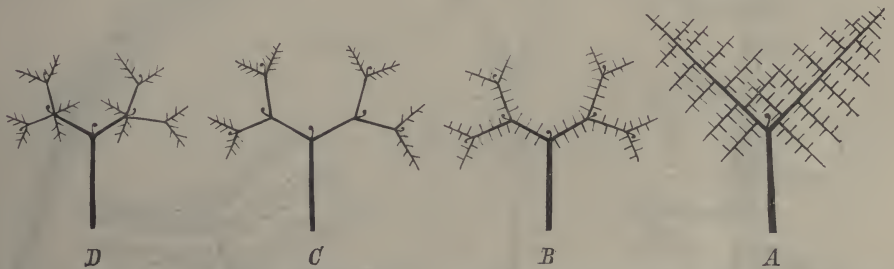


Fig. 188. *Gleichenia* Sm., Untergatt. *Mertensia* Willd.: Schema der Blattverzweigung bei den vier Sectionen: *A Diplopterygium* Diels, *B Holopterygium* Diels, *C Acropterygium* Diels, *D Heteropterygium* Diels. (Original.)

flabellata, nur B. starrer, lederig. Spindel behaart. Wälder von ganz Neuseeland. — *G. pedalis* Kaulf. (Fig. 189, *A*). Kleinerer Vertreter der vorigen im chilenischen Gebiete und Juan Fernandez. Es schließen sich daran an *G. cryptocarpa* Hook. mit eingerollten Fiedern (südliche Falklandsinseln) und *G. quadripartita* Hook., die nur 0,1—0,2 m hohe, wenig verzweigte B. besitzt und die für die meisten Verwandten charakteristischen Adventivsprosse vermissen lässt. Magellanstraße. — *G. pubescens* H. B. K. Von bedeutend größeren Dimensionen als die vorigen Species. Fiedern I. 0,1—0,6 m lang, ± behaart. Variabele Art des neotropischen Reiches, dort sehr verbreitet. — Ähnlich auch *G. owhyhensis* Hook. von den Sandwichinseln. — *G. flagellaris* Spr. Reich verästelt, die Zweige fast rechtwinkelig abstehend. Madagascar, Mascarenen, Malesien bis Polynesien. Eine Anzahl eng verbundener Species gruppieren sich um diese Art (*G. Milnei* Bak., *G. Warburgii* Christ, *G. oceanica* Kuhn u. a.).

B. Segmente oblong oder eiförmig, etwa halb so breit als lang: *G. revoluta* H. B. K. B. mehrfach dichotom, starr-lederig. Fiedern spitz-lineal, unterseits etwas bläulich. Sporangien 2—4. Höhere Gebirgsregionen der Neotropen: Jamaica, Costarica, Anden, Centralbrasilien. — *G. vestita* Bl. Größer als vorige. B. unterseits bereift, an den Rippen und Knospen spreuhaarig. Aderung deutlicher als bei voriger. Sporangien etwa 5, groß. Malesien in höheren Gebirgsregionen.

Sect. III. *Acropterygium* Diels. B. wiederholt dichotom gegabelt. Spindel nur an den Gabelästen letzter Ordnung mit Fiedern besetzt (Fig. 188, *C*).

G. pectinata Presl. B. kahl oder flaumig, häufig unterseits bläulich bereift. Allgemein verbreitet im wärmeren Südamerika, an Wegrändern, Lichtungen u. s. w., oft ausgedehnte Strecken in zusammenhängendem Bestande überziehend.

Fig. 189. *Gleichenia* Sm.: *A G. pedalis* Kaulf.; *B G. dicarpa* R.Br.: Teil einer Fieder I.; *C, D G. microphyllum* (R.Br.) F. v. M.: *C* Teil eines Blattes von der Rückseite, *D* Fieder ausgebreitet, um die Sori zu zeigen. (*C, D* nach Hooker; *A, B* Original.)

Sect. IV. *Heteropterygium* Diels. B. wiederholt dichotom gegabelt. Spindel nur an den Gabelästen letzter Ordnung mit Fiedern besetzt, außerdem aber gerade an der Gabelungsstelle ein Paar opponierter, etwas kürzerer, zuweilen reducierter Fiedern tragend (Fig. 188, *D*). *G. linearis* (Burm.) Bedd. (*G. dichotoma* Willd.). Große Art von außerordentlicher Formenmannigfaltigkeit, oft formationsbildend, vielleicht die gemeinste Art des Genus in den Tropen und Subtropen beider Hemisphären: ganze Neotropen, Westafrika, Indien, China, Japan, Malesien bis Polynesien. Interessanter Vorposten auf Neuseeland, wo nur um die heißen Quellen der Nordinsel.

Untergatt. II. *Eugleichenia* Diels (*Calymella* Presl). Rhizom kriechend. B. zerstreut, dichotom verzweigt. Fiedern II. klein, rundlich, ± ganzrandig (Fig. 189, *B*). Sori am Ende der untersten akroskopen Seitenadern.

A. Sporangien 3—4 im Sorus: *G. polypodioides* Sm. Fiedern II. eiförmig, unten blauweiß. Sori in eine schüsselförmige Vertiefung eingesenkt. Afrika von Angola südöstlich zum Capland. — *G. circinata* Sw. B. bis 1 m lang. Fiedern I. lineal, II. sehr klein, kahl oder bläulich bereift. Sori nicht eingesenkt. Gebirge Malesiens, Ostaustralien, Melanesien, Neuseeland; oft sehr häufig und nicht selten auf gerodetem Lande die erste Vegetation bildend. Von den Maoris daher »Matua Rarauhe« (Vater der Farne) genannt. — *G. Boryi* Kze. B. nur 0,1 m lang, 7 cm breit, auf Bourbon. — B. Sporangien meist nur 2 im Sorus: *G. dicarpa* R. Br. Habitus von *G. circinata*, aber Fiedern II. lederiger, schüsselförmig-eingekrümmt (Fig. 189, *B*). Ostaustralien, Neucaledonien, Neuseeland. Eine kleinere, stärker wollige Varietät (*G. alpina* R. Br.) in den höheren Gebirgsregionen dieser Gebiete, sowie von Malesien.

Untergatt. III. *Platyzoma* R. Br. (als Gatt.). Rhizom kriechend. B. gebüschelt, einfach-gefiedert. Fiedern sehr klein, rundlich, ganzrandig (Fig. 189, *C*). Sori am Ende der einfachen Seitenadern (Fig. 189, *D*). 1 eigentümliche Art, aber wohl den echten *Gleichenien* als Reductionstypus noch anzuschließen: *G. microphyllum* (R. Br.) F. v. M. Rhizom mit seidenglänzenden Spreuhaaren besetzt. B. 0,2—0,3 m lang, schmal lineal. Fiedern nur 1,5 mm lang mit stark umgerolltem Rande (Fig. 189, *C*, *D*). Xerophile Art des nördlichen Australien.

Fossile Gleicheniaceae. Von H. Potonié.

Die als *Gleichenites* Göpp. angegebenen Blätter des Palaeozoicums sind in ihrer systematischen Zugehörigkeit durchaus zweifelhaft, da sich diese »Gattung« nur auf die echt-dichotome Verzweigung der Reste gründet und sich nachträglich immer mehr gezeigt hat, dass echt-dichotome Blätter im Palaeozoicum ganz allgemein verbreitet waren. Anders ist es mit der *Pecopteris Pluckenetii* (Schloth.) Brongn. (= *Dicksoniites Pl.* (Schloth.) Sterzel) aus dem product. Carbon, deren Blätter ganz und gar den Aufbau von *Gleichenia* aufweisen, auch hinsichtlich des Vorhandenseins von eventuell entwickelten Knospen in den Gabelwinkeln. Von den Sori dieser Species kennen wir jedoch leider nur die an *Dicksonia* erinnernden kreis- und napfförmigen, mit Receptaculum versehenen Stellen, wo die Sporangien gesessen haben. Vielleicht handelt es sich in der in Rede stehenden Art ebenso um einen Mischtypus zwischen Cyatheaceen und Gleicheniaceen, wie es die Matoniaceen sind. Sehr an Gleicheniaceen-Sporangien erinnernde Sporangien sind im Palaeozoicum in englischen Kalkknollen des prod. Carbons von Carruthers (1872) und Williamson (1877) und aus dem rotliegenden Quarz von Autun von Zeiller (1890) gefunden worden. Die Gattung *Oligocarpia* Göpp. des Ober-Carbons möchte Zeiller zu den Gleicheniaceen stellen, Fig. 190. Die Sporangien sind frei, birnförmig, an ihrer Spitze an den freien Enden der Adern sitzend, zu 3—10 einen kreisförmigen (*O.* [*Pecopteris*] *Gutbieri* Göpp.) oder halbkugeligen (z. B. *O.* [*Ovopteris*] *Brongniartii* Stur, Fig. 190) Sorus bildend, indem im letzten Falle einige Sporangien im Centrum der Gruppe Platz nehmen. Ring nach Zeiller (vergl. in Potonié, Lehrb. p. 102) vollständig, querverlaufend und einzellreihig. — Die Gattung *Oligocarpia* gehört zu den Gattungen steriler Reste *Pecopteris* und *Ovopteris*.

Sehr an *Gleichenia* erinnernde Reste kommen dann im Mesozoicum vor. Schon aus dem Rhät bildet Schenk (Albourskette 1887 Fig. 53) ein minimales Blattfragment ab, dessen Sori und Sporangien durchaus Gleicheniaceen-ähnlich sind. Aus dem Jura von Krakau giebt Raciborski (1894 Taf. XIII F. 15—20) gabelig verzweigte Blätter mit langer Knospe im Gabelwinkel und 6—8, ihrem Bau nach leider nicht eruierbare Sporangien im Sorus an und aus derselben Formation anderer Localitäten andere Autoren Blatt-

reste, die sehr an *Gleichenia* erinnern. Zahlreiche Blattreste der Kreide namentlich Grönlands (Heer, Flora arct. 1874), auch Aachens (Debey u. Ettingshausen 1859) und anderer Gegenden sind recenten *Gleichenia*-Arten auch in der Sorusgestaltung

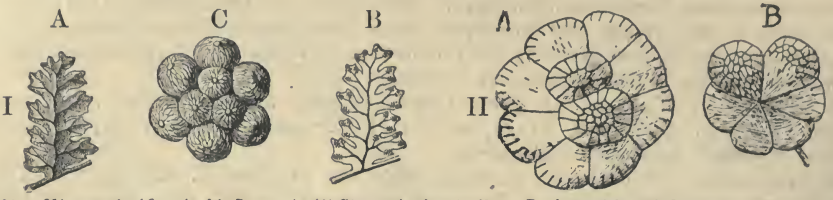


Fig. 190. *Oligocarpia* (*Oropteris*) *Brongniartii* Stur: *A* ein steriles, *B* ein fertiles Fiederchen in 2/1, *C* ein Sorus stark vergrößert. (Nach Stur). — II. Zwei Soren derselben Art in 35/1 (nach Zeiller.)

(Sporangien selbst nur ungenügend bekannt) so außerordentlich ähnlich, dass an das Vorkommen dieser Gattung, und zwar in ihren Untergattungen *Mertensia* und *Eugleichenia* im mittleren Mesozoicum nicht zu zweifeln ist.

Schizaeaceae

von

L. Diels.

Mit 44 Einzelbildern in 10 Figuren.

Wichtigste Litteratur: Kaulfuß, Wesen der Farnkräuter 1827, S. 119 ff. — Martius, Icones Cryptog. Brasil. 1828, S. 112 ff. — Mettenius, Filices Horti Lipsiensis, S. 12, 113 f. — J. Smith, Historia Filicum 1875, S. 350 ff. — Sturm in Martius, Flora Brasiliens. Fasc. XXIII, p. 167. — Hooker & Baker, Synopsis Filicum, II. edit. S. 428—439, 525. — K. Prantl, Untersuchungen zur Morphologie der Gefäßkryptogamen. II. Die Schizaeaceen. Leipzig 1881. Das Hauptwerk über die Familie; ein kurzer Auszug ist K. Prantl, Vorläufige Mitteilung über die Morphologie, Anatomie und Systematik der Schizaeaceen. In Engler's Bot. Jahrb. II, 297—303. — H. Christ, Die Farnkräuter der Erde. 1897, S. 344 ff. Zu vergleichen die bei den *Polypodiaceae* genannten Floren. — Rauter, Entwickelung der Spaltöffnungen von *Aneimia* und *Nipholobus*. Mitteil. d. naturw. Vereins Steierm. II. (1870). — W. Burck, Sur le développement du prothalle des *Aneimia*, comparé à celui des autres fougères. In Archiv. Néerland. X. — H. Bauke, Beiträge zur Keimungsgeschichte der Schizaeaceen. In Pringsheim's Jahrb. XI. (Berlin 1878). (50 S., 4 Taf.).

Merkmale. Sporangien einzeln, randständig angelegt, zuletzt meist auf der Unterseite des Blattes und oft von dem Blattrande überragt oder bedeckt; aus 1 Zelle entstehend, senkrecht aufspringend. Ring transversal nahe dem Scheitel, vollständig. Sporen zahlreich, kugelig-tetraëdrisch oder bilateral. — Farne von mannigfaltiger Tracht. Stamm meist schräg oder wagerecht. B. sehr verschieden gestaltet. Blattstiel mit 1 collateralen, concentrischen oder fast radiären Leitbündel. Fertile Abschnitte (»Sorophore« Prantl) fast stets von den sterilen verschieden, oft total modificiert. Meist Spreuhaare vorhanden.

Prothallium. Nach den Untersuchungen Bauke's erfolgt die Keimung der Sporen bei *Aneimia* und *Mohria* anfangs ähnlich wie bei den Polypodiaceen und Cyatheaceen. In dem aus der gekeimten Spore hervortretenden Zellfaden aber teilen sich dann abweichend von jenen Familien mehrere Gliederzellen früher als die Endzelle oder gleichzeitig mit ihr durch Längswände. Die Endzelle zerfällt in zwei ± ungleiche Hälften, deren größere als Scheitelzelle fungiert. Schon nach einigen wenigen (bis 3) Teilungen jedoch stellt sie diese Function ein; dafür tritt in dem ersten abgegebenen Segmente eine charakteristisch gestaltete Randzelle auf, welche in der Richtung parallel zum Rande des Vorkeims nach vorn hin weiter wächst und sich durch Querwände gliedert. Ihre Tochterzellen leiten die Bildung des Gewebepolsters ein, das also seitlich am Vorkeim

auftritt. Dabei werden die Randzellen zur Scheitelkante (bei *Aneimia*), oder es unterbleibt die Bildung einer eigentlichen Scheitelkante überhaupt. Die Gestalt des Prothalliums zur Zeit der Polsteranlage ist im allgemeinen ± nierenförmig bei *Aneimia*, breit spatelig bei *Mohria*. Kurze Papillen kommen bei beiden vor. Die Antheridien treten zunächst am Rande unterhalb der seitlichen Zellreihe auf und gehen von dort aus auf die Polsterfläche über. Die Deckelzelle wird bei *Mohria* regelmäßig abgeworfen, bei *Aneimia* reißt sie sternförmig auf. Die Archegonien bieten nichts Eigentümliches. — An den Gewebspolstern älterer Vorkeime treten sehr allgemein Adventivsprosse auf.

Bei *Lygodium* dagegen schließt sich, wie ebenfalls Bauke (Bot. Zeit. 1878) untersucht hat, die Entwickelung des Prothalliums mehr dem gewöhnlichen Polypodiaceen-Typus an. Nur beginnt sein Wachstum in die Dicke frühzeitiger, und die beiden Hälften der ursprünglichen Fadenendzelle beteiligen sich energischer als üblich an der Bildung der Zellfläche.

Vegetationsorgane. Die Anordnung der B. der *Sch.* am Stamme folgt dem radiären oder dorsiventralen Typus. Bei radiärem Bau (*Schizaea*, *Mohria* und die meisten Arten von *Aneimia*) steht der Stamm selten aufrecht (*Aneimia elegans*), meist steigt er schräg auf oder wächst wagerecht, häufig sich reichlich verzweigend. Dorsiventral gebaut findet man die Stämme von *Aneimia* Untergatt. *Aneimiorrhiza* und von *Lygodium*. Die B. stehen bei ersterer zweireihig, bei *Lygodium* dagegen ist nur eine einzige dorsale Blattzeile vorhanden. Als Verzweigung des Stammes beobachtet man bei *Lygodium* dichotomische Gabelung; die Gabeläste liegen entweder in einer Ebene, oder der eine davon richtet sich auf, bleibt dann aber schwächer als der eigentliche Fortsetzungsspross. Sprossbildungen auf dem Blatte stellte Prantl fest bei *Schizaea Germani* und einigen *Aneimien*, wo (wahrscheinlich durch Umbildung der Blattspitze in einen Stammscheitel) an der Spitze des Blattes eine kopfige Stammknospe entsteht. Der Bau des Blattes der *Sch.* zeigt außerordentlich große Verschiedenheiten, indem schon in dem Grundplan seiner Architectur jedes Genus ausgeprägte Eigentümlichkeiten aufweist. Die B. werden daher bei den einzelnen Gattungen ihre Darstellung finden.

Anatomisches Verhalten. — Hautsystem: Die Epidermis bildet, wie bei den Farnen gewöhnlich, kein scharf abgesetztes System; an den Stielen und Adern sind ihre Zellen oft prosenchymatisch und mechanisch dienstbar, ebenso nicht selten am Rande. Bei *Schizaea* und *Aneimia* gewinnen die Wände an Stärke durch den Besitz von Warzen, welche mit Kieselsäure imprägniert sind. Auf den Spreitenflächen grenzen die Epidermiszellen nur bei *Schizaea* und einigen *Aneimia* geradlinig aneinander, in den übrigen Fällen sind sie verzahnt zusammengefügt. Sehr allgemein finden sich Chlorophyllkörner auch in der Epidermis.

In der ganzen Familie tragen wenigstens die jungen Organe mehr oder minder zahlreiche Trichome. Meist stellen diese Zellreihen dar, nur bei *Mohria* finden später Längsteilungen statt, die das Trichom zur Zellfläche machen. Die Wände sind meist dünn, farblos oder mit dunkelem Farbstoff versehen. Vielfach, besonders bei *Mohria* und *Aneimia*-Arten enden diese Haare an der Spitze in einer mit harzartigen Stoffen erfüllten Drüsenzelle, die genau entsprechend auch einfach der Epidermis aufsitzend vorkommt. Bei *Schizaea* dagegen herrschen fast allgemein mehrzellige Drüsentrichome, deren Endzelle in der Wand das Secret erzeugt und durch Auflösung der Außenmembran austreten lässt.

Das mechanische System zeigt sich ebenfalls nur wenig scharf von den übrigen gesondert. Es wird repräsentiert zunächst durch subepidermale Stereïden mit dicker, getüpfelter, verholzter Wand (und oft rotbraunem Inhalt), die bald die Epidermis rings begleiten, bald an gewissen Stellen subepidermale Rippen bilden. — Mechanische Functionen übernimmt vielfach auch das oft prosenchymatisch ausgebildete Grundgewebe. Namentlich in den langen, windenden Blattstielen von *Lygodium* kommt es zur Bildung leistungsfähiger Stereïden. Merkwürdigerweise ist ihre Anordnung selbst bei verwandten Arten wechselnd, indem z. B. *L. japonicum*, *L. flexuosum* u. a. diese Stereïden centrifugal lagern, andere dagegen zugfest gebaut sie ins Innere verlegen.

Das Assimilationssystem bietet keine Besonderheiten: das Chlorenchym ist unterseits etwas lockerer gebaut, seine Elemente principiell jedoch gleichartig.

Durchlüftungssystem: Die Spaltöffnungen liegen meist nur unterseits, bei einigen *Schizaea* auch auf der Oberseite, bei *Aneimia elegans* nur dort. Ihre Lagerung ist meist regellos; bei *Schizaea* jedoch gereiht zu beiden Seiten der Rippen, bezw. ihrer starken Nebenrippen. Der Bau der einzelnen Spaltöffnung zeigt innerhalb der Familie einige Abweichungen von der Norm, die z. T. schon lange bekannt sind. Bei *Aneimia* Untergatt. *Euaneimia* und *A. mexicana* hat nämlich die Wand der Spaltöffnungsmutterzelle »die Form eines senkrecht zur Oberfläche zwischen Außen- und Innenwand gestellten, die Seitenwände nirgends berührenden, nach innen conisch verjüngten Ringes«. Daher zeigt sich die fertige Spaltöffnung dann umgeben von einer ringförmigen Epidermiszelle (Fig. 44 (S. 66)). Es scheint dieser Specialfall hervorgegangen zu sein aus Spaltöffnungen, die der Vorderwand der Epidermiszellen anliegen, bezw. durch ein Membranstück damit verbunden sind, wie sie bei anderen *Aneimia*-Arten zu beobachten sind (vergl. Rauter l. c. p. 188 ff.; Strasburger in Pringsheim's Jahrb. V, 297; VII, 393). — Bei *Schizaea* sind nach Prantl die Nebenzellen des vorgewölbten stomatären Apparates insofern ausgezeichnet, als sie beiderseits gabelige Fortsätze bilden, welche unter der Mitte jeder Spaltöffnung aneinander grenzen. Über der so zustandegekommenen Öffnung liegen übergreifend die großen Schließzellen mit dem Stoma.

Leitungssystem: Als gemeinsame Eigentümlichkeiten der Leitelemente bei den *Sch.* wäre hervorzuheben die geringe Breitenausdehnung der Tracheïdentüpfel. Im Stamme fehlen die Spiraltracheïden nach Prantl überall; nur Netz- und Treppenverdickung kommt dort vor. Die Siebröhren sind stets eng, oft die engsten aller Leitelemente überhaupt. Allgemein ferner kommen im Leptom stark-prosenchymatische Zellen vor, deren oft verholzte Wand zahlreiche runde Tüpfel aufweist. Sie liegen stets da, wo die Ausbildung der typischen Leptomelemente erlischt, setzen sie unmittelbar fort und zeigen auch sonst mehrfach ihre Zugehörigkeit zum Leptomteile. Ihre physiologische Bedeutung ist nicht untersucht.

In der Wurzel sind die Leitbündel stets diarch, ohne in ihrem Baue Besonderheiten zu bieten.

Im Stamme bilden sie bei *Lygodium* und *Schizaea* einen axilen Strang, von dem die einzelnen Blattstränge abgehen. Bei *Aneimia* und *Mohria* setzen sie eine Strangröhre zusammen; dort entsteht über der Austrittsstelle jedes Blattstranges eine Lücke, welche Rinde und Mark communicieren lässt: also das für die Farne allgemein gültige Verhalten. Alle Stränge lassen sich hier zwanglos als Blattspurstränge auffassen; ihre Entstehung erfolgt akropetal.

Der axile Strang von *Schizaea* entbehrt nach Russow und Prantl echten Markes. Vielmehr folgt auf den zwei- bis fünfreihigen Tracheïdencylinder nach innen zu hier ein parenchymatisches Gewebe, das dem übrigen Leitparenchym so ähnlich sieht, dass es genannte Autoren dem Hadrom zurechnen zu müssen glauben. — Bei *Aneimia* sind die Stränge der Leitröhre concentrisch gebaut: das Hadrom wird vom mehrschichtigen Leptom allseitig umzogen.

In den Blattstielen und Hauptadern zeigt sich der Bau der Stränge am ausgeprägtesten. Bei *Schizaea* sind sie deutlich collateral, im Querschnitt quer-elliptisch, mit deutlicher Endodermis, einfacher oder doppelter Parenchymscheide und diarchem, selten triarchem Hadrom. Die übrigen Genera zeigen teils Mittelstufen zwischen Collateralität und Concentrität oder erweisen sich als völlig concentrisch. Das Hadrom ist bei *Aneimia* triarch, in den stärkeren Organen von *Lygodium* sogar doppelt-triarch, wird aber in den feineren Endigungen schließlich diarch. Siebröhren kommen bald nur unterseits (*Aneimia*-Arten), bald ringsum vor, umgeben von Leptomparenchym-Gruppen in wechselnder Mächtigkeit.

Sporangien. Die definitive Anordnung der fertigen Sporangien zeigt bei den einzelnen Gattungen der *Sch.* so erhebliche Verschiedenheiten, dass zunächst die that-

sächlichen Verhältnisse kurz mitzuteilen sind. — Bei *Mohria* stehen sie unterseits einzeln, selten zu 2 am Ende von Adern (die im übrigen denen der sterilen B. gleichen), überragt von dem breiten, zuweilen umgeschlagenen Blattrande (Fig. 191, *D*). — Bei *Aneimia* zeigen die fertilen Blattsegmente meist eine starke Reduction des grünen Gewebes; dann stehen die Sporangien nicht an besonderen Adern, sondern zweizeilig neben der relativen Mittelrippe des Segmentes, oft randständig, zuweilen von dem schließlichen Blattrande ± überragt (Fig. 191, *F*). — *Schizaea* zeigt die fertilen Blattabschnitte gefiedert. Seitenadern fehlen ebenfalls. Die Sporangien begleiten die Mediane zweizeilig, einander unmittelbar genähert und von dem umgeschlagenen Blattrande gedeckt (Fig. 191, *A*). — Am complicirtesten werden die Verhältnisse bei *Lygodium*, wo das fertile Segment an dichotom-fiederig angeordneten Seitenadern je 1 Sporangium anscheinend dorsal trägt. Dieses wird umgeben von einer aus Blattsubstanz bestehenden Hülle (Fig. 191, *C*).

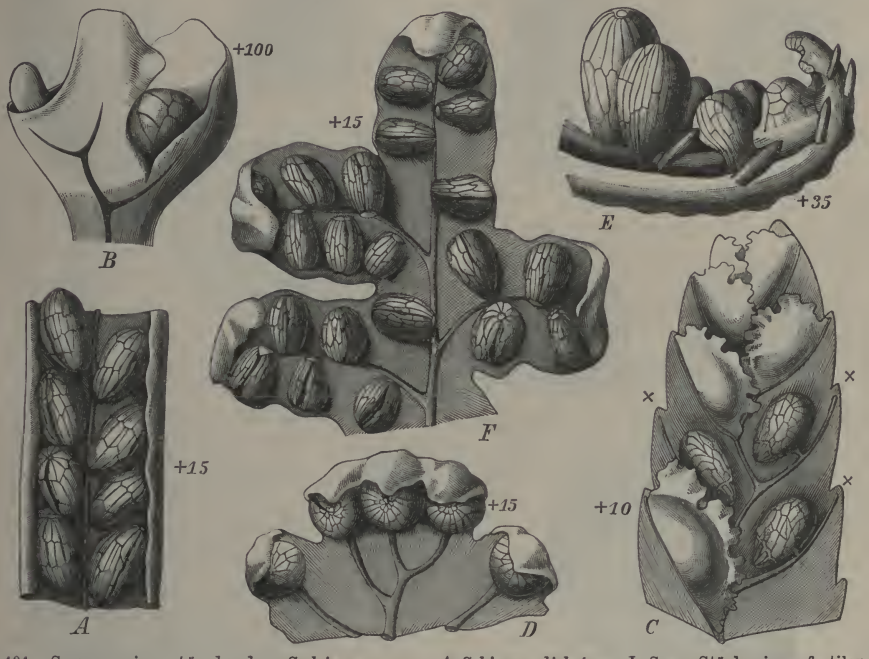


Fig. 191. Sporangienstände der *Schizaeaceae*: *A Schizaea dichotoma* J. Sm.: Stück eines fertilen Segmentes (Sorophors); *B*, *C Lygodium japonicum* Sw.: *B* Scheitel eines jungen fertilen Segmentes; *C* reifes, fertiles Segment. Bei × sind die Hüllen entfernt, um das Sporangium zu zeigen. *D Mohria caffrorum* (L.) Desv.: Abschnitt einer fertilen Fieder. *E*, *F Aneimia Phyllitidis* Sw.: *E* Seitenansicht eines jungen fertilen Segments, *F* fertiles Segment von der Unterseite. (*A*, *B*, *E* nach Prantl; *C*, *D*, *F* Original.)

Zur Entwickelungsgeschichte der Sporangienstände ergiebt sich aus Prantl's Untersuchungen, dass die Sporangien aller *Sch.* in akropetaler Folge am fertilen Segmente entstehen. Bei *Euaneimia* bildet sich das Sporangium terminal aus einer Randzelle des fertilen Segmentes; dann wächst dessen Oberseite stärker, schiebt den ursprünglichen Rand abwärts und ragt schließlich über das unterseitig gewordene Sporangium hinweg (Fig. 191, *E*). Ähnlich verhält sich *Mohria*. Bei *Schizaea* hält Prantl die abwärts gewandten Sporangienanlagen ebenfalls für randbürtig, indem er hier die Blattoberseite für von vornherein gefördert ansieht. *Lygodium* zeigt mit der Sporangienanlage gleichzeitig Bildung eines Ringwalles: dieser wächst erstens an seinem freien Rande sehr lebhaft, anfangs ober-, dann auch unterseits; zweitens streckt er sich intercalar und bringt damit das Sporangium schließlich in eine transversale Lage, so dass seine Längsachse parallel gerichtet wird zur Achse des fertilen Blattsegmentes (Fig. 191, *B*). Auf Grund dieser vom ihm beobachteten Fälle schreibt Prantl sämtlichen *Sch.* zu:

Entstehung der Sporangien am Blattrande, terminal an der fertilen Ader. Consequent seiner Auffassung erklärt er den erwähnten, fast überall die Sporangien überragenden und oft deckenden blattartigen Saum für ein accessorisches oberseitiges Indusium. Das »Indusium« wird bei *Lygodium* sogar von der Ader durchzogen: diese erklärt Prantl für einen die fertile Hauptader sympodial fortsetzenden Seitenstrang. Geleitet wird Prantl bei dieser Deutung von der Anschauung, das Sporangium der *Sch.* entspräche morphologisch einem terminalen Sorus der »polyangischen« Farne. Doch die beobachteten Thatsachen machen diese Theorie in keiner Weise notwendig; bei *Schizaea* besonders liegen nicht die leisesten dafür verwertbaren Andeutungen vor. Da Prantl's ent-

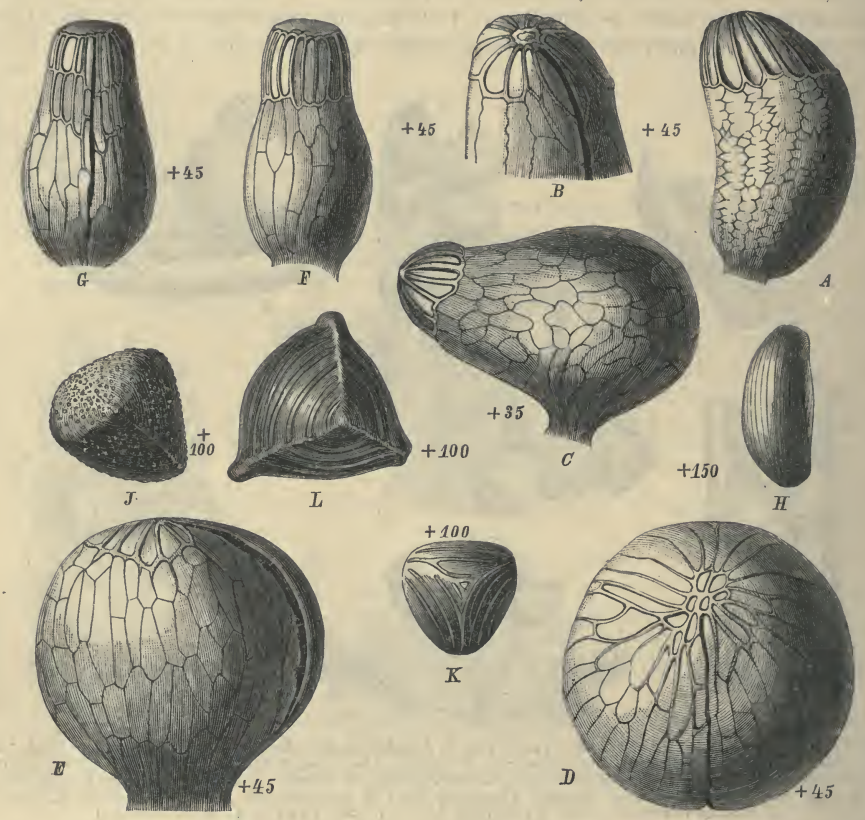


Fig. 192. *A—G* Sporangien der *Schizaeaceae*: *A*, *B Schizaea pennula* Sw.: *A* von der Seite, *B* oberer Teil schräg von außen und oben; *C Lygodium japonicum* Sw.: von der Seite; *D*, *E Mohria caffrorum* (L.) Desv.: *D* von oben, *E* von der Seite; *F*, *G Aneimia Phyllitidis* Sw.: *F* von innen, *G* von außen. — *H—L* Sporen der *Schizaeaceae*: *H Schizaea pennula* Sw.; *J Lygodium japonicum* Sw.; *K Mohria caffrorum* (L.) Desv.; *L Aneimia fulva* Sw. (Alles nach Prantl; nur *K* Original.)

wickelungsgeschichtliche Darstellung sich überall von jener hypothetischen Vorstellung lenken lässt und unter ihrem Eindruck mitunter auch zu willkürlichen Annahmen greift, so wären erneute Untersuchungen an mehreren von Prantl nicht benutzten, morphologisch aber bedeutungsvollen Arten sehr erwünscht.

Die erwachsenen Sporangien sind relativ groß, sitzend, seltener (*Lygodium*) kurz gestielt (Fig. 192, *C*). Nahe der Spitze umgiebt der transversale Ring eine scheitelständige Zelle oder Zellgruppe (die »Platte«). Die Zellen des Ringes sind mit stark verdickten Radial- und Innenwänden versehen, ihre Wände stets verholzt. An einer Stelle bildet sich aus abweichend gestalteten Zellen des Stomium (Fig. 192). Nach seinem

Aufplatzen bleibt das Sporangium meist angeheftet. Radiär gebaut ist nur das Sporangium von *Mohria*, wo der Scheitel der angehefteten Basis genau gegenüberliegt. Das Stomium wendet sich der fertilen Ader zu (Fig. 192, *E*, *D*). Die übrigen Gattungen besitzen ein durch Krümmung der Längsachse ± dorsiventrales Sporangium, wobei das Stomium bei *Aneimia* quer (rechtwinklig zur fertilen Ader), bei *Schizaea* schräg nach außen gewandt ist. Besonders hochgradige Krümmung tritt bei *Lygodium* auf, wo der Scheitel schließlich rechtwinklig zur Basis steht, und das ganze Sporangium quer gestellt erscheint (Fig. 192, *C*).

Die Entwickelung der Sporangien stimmt nach Prantl bei allen *Sch.* überein. In der Mutterzelle entstehen von beiden Seiten her 3 geneigte Wände rechtwinklig zur Schnittrichtung der gewöhnlichen Periklinen. Dann schneidet eine der Außenwand parallele Wand eine »Kappenzelle« von der Centralzelle des Sporangiums ab, welch letztere sich dann in gewöhnlicher Weise mit der Tapete umgiebt. In der Kappenzelle tritt eine an die beiden letzten Hauptwände rechtwinklig angesetzte, anfangs stets der Blattfläche parallele Querwand auf, dann folgen noch weitere Teilungen, durch die fast die gesamte Wandung entsteht. — Die Differenzierung des Archespors beginnt überall mit einer Wand, die in derselben Ebene gelegen ist wie die primäre Querwand der Kappenzelle. Die fernere Bildung der Sporen bietet nichts besonderes.

Die Sporen sind bohnenförmig-bilateral bei *Schizaea* (Fig. 192, *H*), sonst kugelig-tetraëdrisch. Das Exosporium scheint überall Sculpturen zu besitzen; bei *Mohria* und *Aneimia* oft ± verzierte Leisten parallel zu den Kanten (Fig. 192, *L*, *K*), bei *Lygodium* warzige oder streifige Bildungen (Fig. 192, *J*). Bei *Schizaea* gelang es Prantl nicht sicher festzustellen, ob wirkliche Verdickungen oder innere Structurdifferenzen des Exospors vorlägen.

Geographische Verbreitung. Das von *Sch.* bewohnte Areal umfasst eine bedeutende Ausdehnung, indem sie die gesamten Tropen und weite Strecken der Subtropen bewohnen. Während den borealen Ländern der Osthemisphäre die *Sch.* völlig fehlen, dringen sie im atlantischen Nordamerika bis zum 50. Breitengrade vor. Im übrigen verhalten sich die 3 Abteilungen der Familien recht ungleich. Die *Schizaeeae* besitzen das umfangreichste Wohngebiet, über das sich ihre den verschiedensten Klimaten ausgesetzten Arten ganz regellos verteilen. Die *Lygodieae* culminieren deutlich in den östlichen Paläotropen und reichen von dort weit polwärts, von Japan bis Neuseeland; während sie in der Neuen Welt auf den Antillen ihren Höhepunkt erreichen, um im tropischen Südamerika merklich abzunehmen. Im Gegensatz dazu zeigt sich das Areal der *Aneimieae* erheblich beschränkter und liefert ein auffälliges Beispiel für die Verwandtschaft zwischen dem wärmeren Amerika und den westlichen Paläotropen.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die Schizaeaceen sind am leichtesten zu erkennen an der Lage ihres Ringes, welche von der Richtung des Aufspringens und dadurch von dem Aufbau des Sporangiums abhängig ist. Von den übrigen Familien vergleicht Prantl die *Parkeriaceen* mit den *Sch.* wegen der Isolierung ihrer Sporangien auf den Adern; außerdem zeigen die *Gleicheniaceen* manche Beziehungen in der Verarmung ihrer Sori, dem anatomischen Bau der Leitstränge, der vorherrschenden Dichotomie des Blattaufbaues. Häufiger wurde auch auf die Ähnlichkeit der fertilen Abschnitte von *Aneimia* und *Botrychium* hingewiesen; trotz Prantl's Einspruche dürfte jedoch der mehrzellige Ursprung der Sporangien und das Fehlen des Ringes wirkliche Verwandtschaft in Frage stellen.

Übrigens zeigen auch die einzelnen Gruppen der *Sch.* so bedeutende Differenzen, dass zwar ihr monophyletischer Ursprung nicht bezweifelt zu werden braucht, dass aber ihre Differenzierung jedenfalls in eine frühe Periode zu setzen ist.

Einteilung der Familie (von Prantl).

A. Stammleitbündel axil.
   a. B. vielzeilig. Spindel aufrecht. Sporen bilateral . . . . . I. Schizaeeae.
   b. B. einzeilig. Spindel windend. Sporen kugelig-tetraëdrisch . . II. Lygodieae.
B. Stammleitbündel eine netzige Röhre bildend. Sporen kugelig-tetraëdrisch III. Aneimieae.

I. Schizaeeae.

Stammleitbündel axil. B. vielzeilig, ungeteilt oder dichotom verzweigt, apical die gefiederten fertilen Abschnitte tragend. Spindel aufrecht. Sporangien zweizeilig, die Medianen der fertilen Abschnitte begleitend, einander unmittelbar genähert. Sporen bilateral.

1. **Schizaea** Sm. (*Actinostachys* Wall., *Belvisia* Mirb., *Lophidium* Rich., *Ripidium* Bernh.) Sporangien längs der Medianen der fertilen Fiedern dicht gereiht, zuerst vom Deckrand überdacht (Fig. 191, *A*). Stomium schräg nach außen gewandt (Fig. 192, *A*, *B*). Sporen bilateral, weiß gefärbt, glatt oder mit feinen Maschen und Streifen besetzt (Fig. 192, *H*). Relativ kleine Farne von höchst charakteristischem Habitus. — Rhizom mit centralem axilen Leit-

Fig. 193. *Schizaea* Sm.: Oberer Teil der fertilen Blätter: *A Sch. pennula* Sw.; *B Sch. bifida* Sw.; *C*, *D Sch. elegans* J. Sm.: bei *D* letzte Segmente stärker vergrößert. (Original.)

bündel. B. vielzeilig. Blattstiel mit cylindrischem collateralen Leitbündel. Aderung einfach- oder mehrfach-dichotom. Fertile Abschnitte apical, gefiedert. Spreuhaare ohne Drüsen.

Die Gattung zerfällt nach Prantl in ungefähr 20 Arten, die in sehr regelloser Weise zerstreut sind über die Tropenländer und vielfach darüber hinausgreifen: mit 1 endemischen Art im atlantischen Nordamerika, 1 in Chile, 2 im westlichen Capland und einigen in Australien und Neuseeland.

Sect. I. *Actinostachys* Wall. (*Digitatae* Prantl). B. ungeteilt, einrippig. Fertile Segmente durch Verkürzung der Spindel fingerartig zusammengedrängt (Fig. 193, *A*). Sporangien dicht zusammengedrängt, scheinbar in 4, in Wahrheit 2 Reihen (abwechselnd rechts und links gerichtet) angeordnet.

A. Rippen behaart: *S. pennula* Sw. B. 0,3 m und länger, scharf dreikantig. Fertile Segmente meist 6—12 (zuweilen weniger) (Fig. 193, *A*). In mehreren Formen (z. B. *Sch. penicillata* Kunth) durch das neotropische Reich an feuchten sandigen Plätzen; ferner auf Neucaledonien und auf den Seychellen in schwach abweichenden Nebenformen. — **B.** Rippen kahl: *S. digitata* Sw. Dimensionen der vorigen, aber die B. flach. Fertile Segmente 6—15, am Rande stark eingerollt. Paläotropen vom Osthimalaya und Ceylon östlich bis zu den Bonininseln, Philippinen, Fiji.

Sect. II. *Euschizaea* Hook. B. ungeteilt oder dichotom gegabelt, lineal, meist rund, einaderig. Fertile Segmente fiederig angeordnet (Fig. 193, *B*). Sporangien in 2 Reihen.

A. *Pectinatae* Prantl. B. ungeteilt.

Aa. Fertile Segmente an Rand und Rippe behaart: *S. pusilla* Pursh. Klein. Sterile B. erheblich kürzer als die fertilen. Fertile B. 0,07—0,1 m lang, fertiler Teil aufrecht mit jederseits 5—8 schräg aufgerichteten Segmenten. Atlantisches Nordamerika von Neufundland bis New-Jersey, in den Pine barrens. — *S. pectinata* J. Sm. B. 0,15—0,4 m lang, fertiler Teil horizontal mit jederseits 10—15 aufrechten Segmenten. Südafrika, St. Helena. — **Ab.** Fertile Segmente an Rand und Rippe papillös: *S. tenella* Kaulf. B. 0,15 m lang, etwas flach gedrückt; fertiler Teil aufrecht mit 4—8 Segmenten. Südafrika. — **Ac.** Fertile Segmente an Rand und Rippe kahl: *S. fistulosa* Labill. (incl. *S. australis* Gaud.). B. 0,1—0,3 m lang, rund; fertiler Teil aufrecht mit 10—20 aufrechten Segmenten. Hierher mehrere geographisch disjuncte Formen von Malesien, Ost- und Südaustralien, Neuseeland, Oceanien, Aucklandinsel, dem antarktischen Südamerika und Madagascar. — *S. rupestris* R. Br. B. 0,1—0,2 m lang, flach. Ostaustralien.

B. *Bifidae* Prantl. B. dichotom-verzweigt: *S. bifida* Sw. B. 0,15—0,35 m lang, sehr starr. Fertile Segmente an Rand und Rippe behaart, die untersten kaum kürzer als die folgenden (Fig. 193, *B*). Ost- und Südaustralien, Nordneuseeland. — *S. incurvata* Schk., voriger völlig entsprechend, aber die untersten fertilen Segmente deutlich kürzer als die folgenden. Sandfelder Guianas und Nordbrasiliens.

Sect. III. *Lophidium* Rich. B. in Stiel und Spreite gegliedert, mehrmals dichotom-gegabelt (Fig. 193, *C*, *D*). Fertile Segmente fiederig angeordnet, behaart (Fig. 193, *D*).

A. *Dichotomae* Prantl. Blattsegmente 1-aderig: *S. dichotoma* J. Sm. B. fächerförmig, 0,15—0,5 m lang. Segmente 1—2 mm breit. Fertile Segmente II. 4—10 jederseits, die untersten nicht kürzer als die folgenden. Paläotropen von Madagascar durch Indien und Malesien bis Polynesien, Ostaustralien, Neuseeland südlich bis zur Banks Peninsula, oft gesellig. — *S. Pöppigiana* Sturm, voriger ähnlich, aber fertile Segmente II. 18—25 jederseits, die untersten deutlich kürzer als die folgenden. Antillen und nördliches Südamerika.

B. *Elegantes* Prantl. Blattsegmente mehraderig. Neotropisch. — **Ba.** Blattstiel allmählich in die Spreite verbreitert, rauhhaarig: *S. fluminensis* Sturm. B. 0,1—0,3 m lang. Fertile Segmente 6—13 jederseits. Guiana, Nordbrasilien. — *S. Sprucei* Hook. Kräftiger als vorige. Fertile Segmente etwa 20 jederseits. Südvenezuela. — **Bb.** Blattstiel plötzlich in die Spreite verbreitert, kahl: *S. elegans* J. Sm. B. 0,15—0,3 m hoch. Fertile Teile zahlreich, mit 10—15 Segmenten jederseits (Fig. 193, *C*, *D*). Durch die gesamten Neotropen.

II. Lygodieae.

Stammleitbündel axil. B. einzeilig dorsal, mehrfach-dichotom verzweigt; Spindel windend. Sporangien schließlich dorsal, je 1 an fiederig angeordneten Seitenadern, überdeckt von einer gewölbten Hülle. Sporen kugelig-tetraëdrisch.

2. **Lygodium** Sw. (*Cteïsium* Mich., *Hydroglossum* Willd., *Lygodictyon* J. Sm., *Odontopteris* Bernh., *Ramondia* Mirb. non Juss., *Ugena* Cav., *Vallifilix* Pet. Thou. ex Moore). Sporangien längs der Medianen der fertilen Abschnitte locker angeordnet, (schließlich) dorsal an den fiederig angeordneten Seitenadern (welche in den Zahn der Abschnitte auslaufen), bedeckt von einer aus Blattsubstanz gebildeten Hülle, stark gekrümmt und schließlich transversal gerichtet (Fig. 60, 191, *C*, 192, *C*). Stomium nach vorn gewandt. Sporen kugelig-tetraëdrisch, gelb oder weißlich, glatt oder warzig, seltener mit netziger Sculptur (Fig. 192, *J*). — Lianen. Stamm kriechend mit centralem Leitbündel. B. einzeilig dorsal; Blattstiel mit cylindrischem, concentrischem triarchen Leitbündel. Spindel der älteren B. windend, unbegrenzt wachsend. Fiedern I. zahlreich, kurz, in ein knospenartiges Ende auslaufend; Fiedern II. ein Paar, wiederholt-dichotom oder gefiedert.

Der architectonische Aufbau der unbegrenzt wachsenden Blätter zeigt quantitativ bedeutenden Wechsel bei constantem Grundplan. Der einfachste Fall, rein dichotom-pedate Verzweigung, findet sich z. B. bei den sterilen Fiedern II. von *L. palmatum* (Fig. 194, *A*). Abgeleitet von diesem Typus entsteht sympodiale Fiederung, wie sie sich bei den complicierteren B. oder B.-Abschnitten findet; wie sie z. B. bereits den fertilen Fiedern II. des eben genannten *L. palmatum* zukommt (Fig. 194, *B*). Der ursprünglich dichotome Aufbau wird zuweilen durch Stauchung der Sprossglieder verdunkelt (*L. venustum*). In ähnlicher Weise wie der Vergleich der Arten den Zusammenhang der dichotom gebauten Fiedern mit den gefiederten schrittweise nachweist, so zeigt sich die selbe Differenzierung in den auf einander folgenden B. junger Pflanzen.

Die fertilen Spreiten sind meist schmäler als die sterilen und oft bedeutend complicierter verzweigt, verhalten sich also wie normale Sporophylle (vgl. dazu den Gegensatz beider Spreiten von *L. palmatum*, Fig. 194).

Bemerkenswert ist noch die mehreren Arten (z. B. *L. articulatum*, *L. volubile*) zukommende Abgliederung der Fiedern vermittelst eines besonderen Trennungsgewebes,

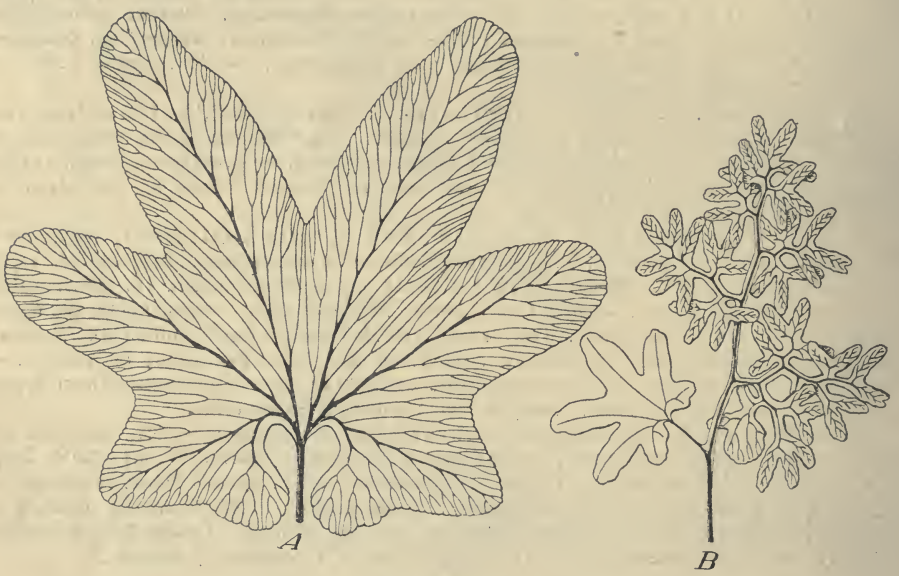


Fig. 194. *Lygodium palmatum* Sw. Blätter mit Aderung: *A* steriles, *B* fertiles. (Nach Prantl.)

welches aus kleinen, dünnwandigen, würfelförmigen Zellen besteht. Dagegen bildet sich an der Basis des Blattstieles niemals eine derartige Trennungsschicht aus.

Nach Prantl 22 Arten, am zahlreichsten entwickelt in den Tropenländern, besonders vollständig in den Paläotropen; von hier östlich weit in die Subtropen hineinreichend (*L. articulatum* Rich. im nördlichen Neuseeland, *L. japonicum* Sw. bis Japan). In der Neuen Welt erreicht *L. palmatum* Sw. im atlantischen Nordamerika die Polargrenze der Gattung; die Antillen besitzen mehrere ausgezeichnete Formen, während Südamerika nur weiter verbreitete Species birgt.

Sect. I. *Palmata* Prantl. Fiedern II. (wenigstens die sterilen) mit wiederholt gabeliger Aderung, meist fußförmig-dichotom.

A. Fiedern I. deutlich gestielt (Fig. 195, *A*). — **Aa.** Fiedern II. mit dichotomer Aderung: *L. articulatum* Rich. Rhizom kriechend. B. kahl. Fertile Fiedern II. gestielt, zweimal dichotom. Segmente keilig-lanzettlich, ganzrandig, gegliedert angesetzt. Fertile Fiedern mehrmals dichotom, meist mit völlig geschwundener Spreitenfläche (Fig. 195, *A—C*). Eigenartige Species. Wälder des wärmeren Neuseeland. — **Ab.** Sterile Fiedern II. mit fuß-

förmiger, fertile mit wiederholt-gefiederter Aderung: *L. palmatum* Sw. B. zart, kahl, bläulich bereift. Sterile Fiedern II. herzförmig, stumpf 4—6-lappig; fertile Fiedern II. dreieckig, 3—4-fach fiederspaltig, mit völlig geschwundener Spreitenfläche. Atlantisches Nordamerika von Massachusetts bis Florida, New-Jersey. Ebenfalls ziemlich isolierte Art.

Fig. 195. *Lygodium*: *A—C L. articulatum* Rich.: *A* sterile Fieder I., *B* halb sterile, halb fertile Fieder I., *C* Teil einer völlig fertilen Fieder, von unten; *D, E L. volubile* Sw., Fieder III.: *D* steril, *E* fertil; *F L. japonicum* Sw.: fertile Fieder II. von unten. — *G* Ansatz der Spreitenteile an den Stiel bei *L. articulatum* Rich. (Original.)

B. Fiedern I. fast sitzend. — **Ba.** Fiedern II. mit fußförmiger Aderung. Nahe verwandte Arten: *L. circinatum* (Burm.) Sw. (*Ugena* Cav.). Fiedern I. sehr kurz gestielt. Sterile Fiedern II. 5—6-lappig mit etwa 0,2—0,3 m langen, bis 2,5 cm breiten, oft fein gezähnten Segmenten. Fertile Fiedern II. ähnlich, aber die Segmente sehr schmal, am Rande mit ∞ Fruchtähnchen besetzt. Ceylon, Hinterindien, Südchina, Malesien bis Neuguinea. — **Bb.** Fiedern II. mit strahliger Aderung: *L. radiatum* Prantl, voriger nicht unähnlich. Guatemala bis Columbien. — **Bc.** Sterile Fiedern II. dichotom, fertile wiederholt-gefiedert: *L. trifurcatum* Bak. Fertile Fiedern stark eingeschnitten mit je 3—6 kurzen Ähren an den Segmenten. Melanesien, Luisiaden und Salomonsinseln.

Sect. II. *Volubilia* Prantl. Fiedern II. sämtlich gefiedert, im Umriss länglich. Fiedern III. ohne geförderte Basallappen, höchstens mit kurzen losgelösten rhombischen Läppchen IV. (Fig. 195, *D*, *E*).

A. Fiedern I. gestielt. Sporen mit netziger Sculptur. — **Aa.** Adern frei: *L. scandens* Sw. Fiedern III. 4—5 jederseits, länglich-eiförmig, ganzrandig, ziemlich dünn. Alle Fiedern gegliedert dem Stiele angesetzt und leicht abfällig. Westafrika. Ferner Indien von Tschitral an, Südchina, Malesien bis Nordaustralien. — **Ab.** Adern anastomosierend: *L. reticulatum* Schk. Tracht der vorigen. Nordostaustralien, Melanesien, Polynesien.

B. Fiedern I. sehr kurz gestielt. Sporen nicht mit netziger Sculptur. — **Ba.** Adern frei. — **Baα.** Fiedern III. ganzrandig oder am Grunde gefiedert: *L. volubile* Sw. Fiedern III. 3—5 jederseits, 0,07—0,15 m lang, gestielt, am Grunde keilig oder gestutzt, led rig, kahl oder etwas flaumig, gegliedert dem Stiele angesetzt (Fig. 195, *D*, *E*). In den Neotropen verbreitet, südl. bis Paraguay und Misiones. Mehrere Nebenarten besonders auf den Antillen. — *L. Smithianum* Presl, Tracht der vorigen, aber größer. Fiedern III. dem Stiele nicht gegliedert angefügt. Tropisches Westafrika. — **Baβ.** Fiedern III. durchweg fiederspaltig: *L. pinnatifidum* Sw. non Hk.Bk. (*L. polystachyum* Wall.). Fiedern III. jederseits 10—12. Textur des Blattes zart, beide Flächen behaart. Hinterindien. — **Bb.** Adern anastomosierend: *L. lanceolatum* Desv. Fiedern III. 3—4 jederseits, 0,1—0,15 m lang, gegliedert dem Stiele angefügt, am Grunde keilig oder gerundet, lederig, glänzend. Wälder auf Madagascar, Comoren.

Sect. III. *Flexuosa* Prantl. Fiedern II. sämtlich gefiedert, im Umriss eiförmig oder dreieckig. Fiedern III. nach vorn verkürzt, meist tief eingeschnitten, mit geförderten (zuweilen freien) Basallappen (Fig. 195, *F*).

A. Fertile Fiedern III. weniger zerschnitten als die sterilen, oft von den Basallappen abgesehen ganzrandig. — **Aa.** Adern frei: *L. flexuosum* (L.) Sw. (*L. pinnatifidum* Sw., Hk.Bk.). Blattstiel I. sehr kurz oder fehlend. Fiedern III. 2—5 jederseits, 7—15 cm lang, tief- und handförmig-fiederspaltig. Indien, Südchina, Malesien bis Nordostaustralien. — *L. venustum* Sw. Tracht und Aufbau der vorigen. B. jedoch dicht behaart. Fiedern III. 6—12 jederseits. Neotropen. — **Ab.** Adern anastomosierend: *L. heterodoxum* Kze. Sterile Fiedern III. 2—4 jederseits, am Grunde herzförmig. Südmexiko, Guatemala, Venezuela.

B. Fertile Fiedern III. stärker zerschnitten als die sterilen, oft fiederspaltig oder gefiedert: *L. japonicum* Sw. Tracht von *L. flexuosum*, nur durch die gegliederteren fertilen Segmente davon verschieden (Fig. 195, *F*). Areal wie das von *L. flexuosum*, aber in China weit nach Norden reichend und auch das südlichere Japan einschließend. — *L. subalatum* Boj. Habitus der vorigen, doch Fiedern III. 5—8 jederseits unterhalb eines fiederspaltigen Endstücks. Ostafrika, Madagassisches Gebiet. — *L. mexicanum* Presl. Fiedern ebenfalls 5—8 jederseits, das Endstück aber den Seitenfiedern ähnlich gestaltet. Mittel- und nördliches Südamerika. — *L. cubense* H.B.K. Fiedern III. aus spießförmigem Grunde schmal-lineal. Auf trockenem, steinigem Boden auf Cuba und Haiti.

Fossil kommt *Lygodium* in der Kreide und im Tertiär vor. Die Form der spreitigen Reste sowohl als auch der ihre freien Enden einnehmenden Sorophore und, soweit er eruierbar ist, der Bau der Sporangien von *L. cretaceum* Debey u. Ettingsh. (1859) aus der Aachener Kreide lässt einen Zweifel an der Richtigkeit der Bestimmung nicht zu, ebensowenig bei dem *Lygodium* aus dem Obereocän von Aix in der Provence und *L. Gaudini* Heer's aus dem Miocän in der Schweiz (Fl. foss. Helv. 1877). (H. Potonié.)

III. Aneimieae.

Stamm-Leitbündel eine netzige Röhre bildend. B. vielzeilig, selten dorsal zweizeilig, meist fiederig-verzweigt, die fertilen Abschnitte meist mit reduciertem Chlorenchym.

Stiel und Spindel aufrecht. Sporangien einzeln terminal oder zweizeilig neben der relativen Mittelrippe des Segmentes, oft auch zuletzt randständig, häufig aber von dem schließlichen Blattsaume ± überragt. Sporen kugelig-tetraëdrisch. Spreuhaare oft mit Drüsen endend.

A. Sporangien einzeln (selten zu 2) am Ende der Adern, radiär . . . . **3. Mohria.**
B. Sporangien dicht zweizeilig längs der relativen Mittelrippe des Segmentes, leicht gekrümmt . . . . . **4. Aneimia.**

3. **Mohria** Sw. Sporangien einzeln (selten zu 2), terminal am Ende längerer oder kürzerer Adern, radiär-kugelig, oft bedeckt von dem umgeschlagenen Blattrande (Fig. 191, *D*). Stomium nach außen gewandt (Fig. 192, *D, E*). Sporen kugelig-tetraëdrisch, gelb, gestreift (Fig. 192, *K*). — Krautiger Farn vom Habitus einiger *Cheilanthes*. Rhizom mit netzigem Leitbündelstrange. B. vielzeilig. Blattstiel mit halbcylindrischen subconcentrischen Leitbündeln. Spreite mit mehrfach-fiederiger katadromer und anadromer Aderung, die vorderen oder nahezu alle Segmente fertil. Die fertilen B., resp. Abschnitte oft etwas zusammengezogen. Spreuschuppen oft mit Drüsen endigend.

Fig. 196. *Mohria caffrorum* (L.) Desv.: *A* Teil des sterilen B.; *B* fertile Fieder. (Original.)

1 formenreiche Art im trockneren Afrika und dem madagassischen Gebiet.

M. caffrorum (L.) Desv. B. gebüschelt, mit 0,1 m langem Stiele und 0,15—0,5 m langer, bis 0,1 m breiter Spreite. Sterile Fiedern II. tief fiederspaltig mit gezähnten Segmenten, fertile oft länger, aber weniger stark eingeschnitten. B. ± mit pfriemlichen Spreuschuppen bekleidet, von den Drüsen klebrig und stark duftend (Fig. 196). Ostafrika vom Kilimandscharo bis zum Capland (an feuchten Plätzen an Waldrändern), auch in Angola und von dort östlich. Madagassisches Gebiet, in verschiedenen, namentlich hinsichtlich des Induments und der Blattzerteilung variabelen Formen, welche Baker z. T. specifisch abtrennt.

4. **Aneimia** Sw. (incl. *Aneimiaebotrys* Fée, *Aneimidictyon* J. Sm., *Aneimiorrhiza* J. Sm., *Coptophyllum* Gardn., *Ornithopteris* Bernh., *Trochopteris* Gardn.). Sporangien ziemlich dicht zweizeilig längs der Mediane der fertilen Abschnitte gereiht, oft von dem Blattrande überragt oder umhüllt, leicht-gekrümmt. Stomium nach außen gewandt (Fig. 191, *F, G*). Sporen kugelig-tetraëdrisch, meist gelb, mit oft stacheligen Leisten besetzt (Fig. 192, *L*). — Krautige Farne. Rhizom mit netzigem Leitbündelstrange. B. vielzeilig oder dorsal zweizeilig. Blattstiel mit halbcylindrischem Leitbündel.

Für das Verständnis der Spreite ist besonders wichtig *A. elegans* (Fig. 197, *A—C*), wo sie in ihrer einfachsten Form erscheint. Von hier aus entwickeln sich die übrigen vorkommenden Fälle durch zunehmende Fiederung. Das Endstück des B. ist dabei entweder fiederspaltig oder den Seitenfiedern gleichgestaltet. Die Fiedern I. sind abwechselnd oder gegenständig. Die bei *A. elegans* durchgehends katadrome Aderung findet man sonst selten. Viel häufiger sind die Adern III. von der Spitze des B. ab nur eine Strecke weit katadrom, um dann durch Opposition hindurch in Anadromie überzugehen. Anastomosen der Adern kommen hier und da vor, beschränken sich jedoch auf die unbedeutenderen. Die fertilen

B. zeichnen sich vor den sterilen meist schon durch längere Stiele aus. Mit wenigen Ausnahmen sind sie nur partiell fertil, indem allein das hinterste Fiederpaar Sporangien produciert, die vorderen steril bleiben. Diese fertilen Fiedern zeichnen sich vor den sterilen Partien der Spreite aus durch reichere Verzweigung, oft fiederige Aderung, wo jene nur dichotome besitzen, ferner durch die Ausbildung eines Stieles, Reduction des Chlorenchyms und meist endlich durch ihre verticale Lage, die sie von dem wagerecht gerichteten unfruchtbaren Teile sehr auffällig abhebt. Der morphologische Vergleich der gegenwärtig vorliegenden Arten zeigt unverkennbar, dass trotz ihrer oft so bedeutenden morphologischen Unterschiede jene beiden Teile einem Blatte angehören. Die zum Teil abenteuerlichen Deutungen früherer Autoren sind bereits von Prantl (l. c. S. 19 f.) beleuchtet worden. Spreuhaare ohne oder mit Drüsen am Ende.

Im Sinne Prantl's etwa 50 Arten, reich entwickelt in den Trockengebieten der Neotropen. Die Untergatt. *Aneimiorrhiza* mit etwa 7 Arten ist heimisch auf den Antillen und im nördlichsten Südamerika, die übrigen Untergattungen sind weiter verbreitet, aber weitaus am reichsten entwickelt in Innerbrasilien, welches ferner die Untergatt. *Trochopteris* allein besitzt. 1 endemische Art kommt im indoafrikanischen Steppengebiete vor, 1 andere, ebenfalls endemisch und etwas isoliert, ist auf Südostafrika beschränkt. Sonst fehlt die Gattung der alten Welt völlig.

Für die systematische Aufzählung der schwierig abzugrenzenden Species liegt Prantl's sorgfältige Darstellung zu Grunde:

Untergatt. I. *Trochopteris* Gardn. B. mehrzeilig, in Rosette angeordnet. Unterste Segmente fertil, nicht aufgerichtet (Fig. 197, *C, D*). Stomata anliegend. Haare der Spreite drüsenlos, die des Rhizoms drüsig. — 3 xerophile Arten Innerbrasiliens.

A. Fertile Fiedern ungestielt, kürzer als die folgenden sterilen: *A. elegans* (Gardn.) Prantl (*Trochopteris e.* Gardn., Hk. Bk.) Sturm. B. mit ganz kurzem Stiele und 2—3 cm langer, krautiger, beiderseits dicht behaarter, nach Art eines *Geum*-Blattes gelappter Spreite. Lappen ziemlich seicht, stumpf, nur das unterste (fertile) Paar etwas tiefer reichend und eingeschnitten. Adern fächerig, frei (Fig. 197, *A—C*). Felsspalten der Gebirge von Minas Geraës und Goyaz; angeblich auch auf Cuba (?). — *A. Schwackeana* Christ. Rhizom rot behaart. B. 0,1 m lang, 4 cm breit, dick, doppelt-fiederspaltig, dicht-wollig. Fiedern in spitzere, gekerbte Lappen geschnitten. Goyaz.

B. Fertile Fiedern gestielt, länger als die folgenden sterilen: *A. trichorhiza* Gardn. B. in aufstrebender Rosette, mit 0,03—0,06 m langem Stiele und 0,1 m langer, lederiger, ± wolliger, doppelt-gefiederter Spreite. Fiedern I. wagerecht abstehend, Fiedern II. 5—6 jederseits, rundlich, sitzend. Minas Geraës.

Untergatt. II. *Hemianeimia* Prantl. Rhizom schief oder horizontal. B. mehrzeilig, gestielt, fiederschnittig bis mehrfach-fiederspaltig. Unterste Fiedern fertil, entfernt, aufgerichtet (Fig. 197). Lappenrand deckend. Stomata anliegend oder verbunden. Drüsenhaare +.

A. *Gardnerianae* Prantl. Unterste Fiedern fertil. Fiedern ganzrandig oder eingeschnitten, höchstens die untersten fiederspaltig.

Aa. B. gelappt. Segmente fast alle am Grunde breit angewachsen: *A. glareosa* Gardn. B. mit 0,1—0,12 m langem Stiele. Sterile B. kürzer gestielt als die fertilen. Steriler Abschnitt sitzend, dreieckig-eiförmig, etwa 5 cm lang, gelappt, nur am Grunde mit freiem Fiederpaar, fein behaart. Fertile Abschnitte etwas länger als der sterile (Fig. 197, *E*). Trockene, steinige Plätze in Goyaz. — **Ab.** B. gefiedert: *A. Gardneri* Hook. Goyaz.

B. *Tomentosae* Prantl. Unterste Fiedern fertil. Fiedern 1—3fach-fiederspaltig. Formenreiche Gruppe, aus der erwähnt seien: *A. tomentosa* Sw. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele. Steriler Abschnitt 0,15—0,3 m lang, doppelt-fiederspaltig, krautig, dicht filzig. Sporen kantig. Wärmeres Amerika von Mexiko und den Antillen bis Peru und Argentina. — *A. fulva* Sw. unterscheidet sich durch kleinere Statur, lederige Consistenz, feiner zerschnittene Spreiten, deren letzte Segmente kleiner und spitzer sind. Südamerika an trockenen Plätzen, südlich bis Uruguay. — *A. Schimperiana* Presl. B. krautig, weniger fein geteilt, mit stumpfen Abschnitten. Sporen breit-gestreift, nicht kantig. Bergland von Angola, ganz Ostafrika, Südwestindien.

C. *Millefoliae* Prantl (*Coptophyllum* Gardn.). Meist alle Fiedern fertil. Segmente 1-aderig: *A. dichotoma* Gardn. Sterile B. mit 5 cm langem Stiele und 4 cm langer dreifach-gefiederter, kahler Spreite. Segmente dichotom geteilt, letzte Endigungen fadenförmig. Südbrasilien. — *A. millefolia* Gardn. Ähnlich. B. denen von *Achillea Millefolium* gleichend. Segmente der

sterilen Spreite kürzer als bei voriger, an den Spindeln kurz behaart. Südbrasilien und Columbien.

Untergatt. III. *Euaneimia* Prantl. Rhizom schief oder horizontal. B. mehrzeilig, gestielt, gefiedert. Unterste Fiedern fertil, genähert, aufgerichtet. Rand nicht deckend. Stomata frei. Drüsenhaare +. — Parallelreihe zur vorigen Gruppe.

Fig. 197. *Aneimia* Sw.: *A—C A. elegans* (Gardn.) Prantl: *A* Steriles Blatt mit Aderung, *B* Fertiles Blatt mit Aderung und Sporangien, *C* Habitus; *D A. trichorhiza* Gardn.: Fertiles Blatt einer weniger stark gefiederten Form, Habitus; *E A. glareosa* Gardn.: Habitus; *F A. oblongifolia* Sw.: Habitus. (*A*, *B* nach Prantl; *D* nach Hooker sonst Original.)

A. *Oblongifoliae* Prantl. B. länglich, stumpf, behaart. Fiedern meist ganzrandig, die untersten verkürzt. Fertile Fiedern länger als der sterile Abschnitt. Adern frei. Formenreiche Gruppe, welche Prantl in 5 Species gliedert. — **Aa.** B. lederig. Sporen nicht bestachelt: *A. oblongifolia* Sw. Sterile B. 3—7 cm lang, mit 6—13 Fiedern jederseits. Fiedern kurz-

oblong, akroskop etwas gefördert. Fertile B. langgestielt (Fig. 197, *F*). Panama, tropisches Südamerika. — **Ab.** B. krautig. Sporen bestachelt: *A. pilosa* Mart. & Gal. Sterile B. 0,05—0,1 m lang, mit 5—8 Fiedern jederseits, beiderseits drüsig. Mexiko bis Columbien. — *A. humilis* Sw. Sterile B. nur 2—4 cm lang, mit 2—4 Fiedern jederseits. Panama bis Brasilien.

B. *Hirsutae* Prantl. B. länglich. Fiedern meist eingeschnitten bis doppelt-fiederspaltig, nur die obersten verkürzt. — Eng mit **A** verbundene Gruppe.

Ba. Sporen bestachelt: *A. filiformis* Sw. Sterile B. 3—10 cm lang, oblong. Fiedern 6—8 jederseits, linealisch-obovat, tief eingeschnitten, krautig, behaart. Durch die Neotropen

Fig. 198. *Aneimia* Sw.: *A A. Phyllitidis* Sw.: Blattspreite; *B A. aurita* Sw.: Fieder I. eines sterilen Blattes; *C A. cuneata* Kze.: Habitus. (Original.)

verbreitet. — *A. hirsuta* Sw. Sterile B. so groß wie vorige, eiförmig. Fiedern 6—8 jederseits, von mannigfachem Umriss, etwas lederig, behaart. Verbreitung wie vorige. — **Bb.** Sporen unbestachelt: *A. ciliata* Presl. Variabele Species von der Tracht der vorigen, weit verbreitet von Mexiko bis Südbrasilien.

C. *Collinae* Prantl. B. lanzettlich, dreieckig oder länglich. Fiedern meist ganzrandig, zahlreich, akroskop stark gefördert, die obersten verkürzt. Adern frei.

Ca. Sterile B. an der Spitze wurzelnd: *A. radicans* Raddi. Sterile B. länglich-lineal, 0,2—0,4 m lang. Fiedern 20—40 jederseits, stumpf, fein gezähnt, krautig, rot behaart. Südost-

brasilien. — *A. rotundifolia* Schrad., voriger sehr ähnlich, doch Fiedern nur 8—12 jederseits. Ostbrasilien. — **Cb.** Sterile B. mit stumpfer Endfieder: *A. collina* Raddi. B. mit 0,2—0,3 m langem, dichtfilzigem Stengel. Fiedern entfernt, etwa 12 jederseits, fast ganzrandig, lederig, an der Spindel filzig. Ostbrasilien. — **Cc.** Sterile B. mit verlängerter Endfieder: *A. hirta* Sw. (*A. Breuteliana* Presl). B. mit 0,15—0,3 m langem Stiel. Spreite dreieckig. Fiedern jederseits 6—9, lederig, fast kahl. Fertile Fiedern ± behaart. Buschland der Antillen, Nordostbrasilien. — *A. Pohliana* Sturm. Fertile Fiedern kahl, sonst voriger ähnlich. Goyaz.

D. *Dregeanae* Prantl. B. linealisch-lanzettlich. Fiedern zahlreich, akroskop kaum gefördert; sonst an **C** erinnernd: *A. Dregeana* Kze. B. mit 0,2—0,3 m langem Stiele. Fiedern 8—12 jederseits, etwa 3 cm lang, am Grunde halbherzförmig, mit einer halbwegs deutlichen Mittelrippe. Natal.

E. *Phyllitides* Prantl. Fiedern meist ganzrandig, akroskop kaum gefördert. Adern III. der mittleren und oberen Fiedern katadrom, meist wenigstens teilweise anastomosierend.

Ea. Adern meist frei: *A. nervosa* Sturm, Ostbrasilien. — **Eb.** Adern anastomosierend: *A. Phyllitidis* Sw. B. mit 0,15—0,5 m langem Stiele. Sterile Spreite sitzend, 0,1—0,3 m lang, bis 0,2 m breit, dreieckig. Fiedern 4—12 jederseits, die untersten am größten, spitz, gekerbt, etwas lederig (Fig. 198, *A*). Sehr verbreitet und außerordentlich formenreich durch die Neotropen.

Untergatt. IV. *Aneimiorrhiza* J. Sm. Rhizom kriechend, mit dunkeln, meist drüsenlosen Haaren besetzt. B. rückenständig, zweizeilig, entfernt (Fig. 198, *C*). Stomata verschieden. Drüsenhaare selten. Mittelamerika und nördlichstes Südamerika.

A. *Coriaceae* Prantl. B. höchstens doppelt-gefiedert, lederig. Untere Seitenadern unterhalb der Mitte den Rand erreichend: *A. aurita* Sw. Alle Fiedern des fertilen B. fruchtbar Stomata angefügt oder verbunden (Fig. 198, *B*). Jamaica. — *A. coriacea* Griseb. Nur die untersten Fiedern des fertilen B. fruchtbar. Stomata wie bei voriger. Cuba. — *A. mexicana* Kl. B. mit 0,15—0,3 m langem Stiele. Sterile B. mit 4—6 gestielten, gekerbten, kahlen, lederigen Fiedern mit deutlicher Mittelrippe. Nur die untersten Fiedern des fertilen B. fruchtbar. Texas und Neumexiko bis Guatemala.

B. *Cuneatae* Prantl. B. 2—4fach-gefiedert. Untere Seitenadern an der Spitze den Rand erreichend: *A. cicutaria* Kze. Alle Fiedern des fertilen B. fruchtbar. Felsspalten Cubas, wo außer ihr noch 2 nahe stehende Arten. — *A. adiantifolia* Sw. Nur die untersten Fiedern des fertilen B. fruchtbar. Fertile B. mit 0,3—0,5 m langem, kahlem Stiele. Sterile B. dreieckig, kurz gestielt, 0,15—0,25 m lang, lederig, an den Spindeln etwas behaart. Gemein von Florida durch Mittelamerika bis Columbien und Nordbrasilien. — *A. cuneata* Kze., voriger ähnlich, aber die Segmente weiter voneinander entfernt und noch schmäler: lineal-keilförmig (Fig. 198, *C*). Schattige Felsen und Schluchten auf Cuba.

Fossile Schizaeaceae. Von H. Potonié.

Dass von recenten Gattungen *Lygodium* bereits von der Kreide ab sicher gestellt ist, wurde bei dieser Gattung schon erwähnt. Außerdem sind die folgenden fossilen Gattungen bei den Schizaeaceen unterzubringen.

1. **Senftenbergia** Corda. — Sporangien eiförmig, am Gipfel spitz, sitzend, einzeln in 2 Reihen auf den Fiedern letzter Ordnung angeordnet, je eine Reihe längs jeder Seite der Mittelader, mit einer konischen Kappe (»Ring«) dickwandigerer Zellen am Gipfel, sich durch eine nach außen gewendete Längsspalte öffnend. Kappe aus mehreren Zellreihen gebildet (Fig. 199). — *Senftenbergia* gehört zu der Gattung steriler Reste *Pecopteris*. — Einige Arten im mittleren Ober-Carbon.

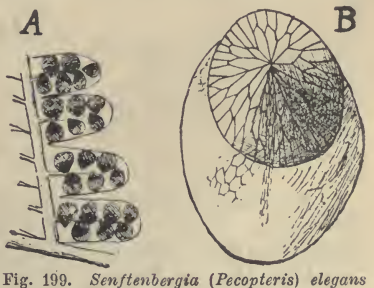


Fig. 199. *Senftenbergia* (*Pecopteris*) *elegans* Corda: *A* Wedelstückchen in 4/1; *B* ein Sporangium in 35/1. (Nach Zeiller.)

2. **Klukia** Raciborski. — Stellung der Sporangien wie vorher, also zweizeilig auf den Fiedern letzter Ordnung, so dass auch hier die fertilen und sterilen Blattteile untereinander gleichgestaltet sind, wie das unter den lebenden Gattungen selbst bei *Mohria* nicht vorkommt.

Auch stehen bei *Klukia* abweichend von den recenten Schizaeaceen die Sporangien ganz nackt wie bei *Senftenbergia*. Sporangien mit apicaler Kappe aus nur einer Zellreihe (Fig. 200). — Gehört zu der sterilen Gattung *Pecopteris*. — Mehrere Arten im Jura Englands, Galiziens, Spitzbergens u. s. w.

Zur Phylogenesis der Schizaeaceen das Folgende. Man muss annehmen, dass das Auftreten einer Kappe an den Sporangien eine secundäre Erscheinung ist, dass die Arbeitsteilung der Sporangienwandung, die sich durch das Vorhandensein des genannten Organes kund thut, erst allmählich eingetreten ist. Zuerst werden die Zellen der Sporangienwandung untereinander alle gleichartig, gleichwertig gewesen sein, bis sich eine bestimmte Gruppe derselben durch dickere Wände auszeichnete, die zur Kappe wurde. Bei *Senftenbergia* sehen wir eine solche vielzellige Gruppe am Gipfel des Sporangiums; die Wände der sie zusammensetzenden Zellen sind dickwandiger als die der übrigen Zellen, aber nicht so auffallend wie bei den typischen Schizaeaceen; nach Stur schneidet auch die Kappe nach unten nicht scharf ab. Nehmen wir die Gattung als einen Vorfahren der Schizaeaceen, so ist die phylogenetische Reihe auch weiterhin klar, da *Klukia* noch hinsichtlich des Fehlens von Sorophoren an *Senftenbergia* erinnert, wegen der übereinstimmenden Sporangien, vor allem der einzellreihigen wohlentwickelten Kappe u. s. w. jedoch durchaus nur bei den echten Schizaeaceen untergebracht werden kann. Auch stehen die Sporangien der beiden fossilen Gattungen ganz nackt, während sie bei *Mohria* wenigstens vom umgebogenen Blattrand teilweise bedeckt werden, und andere Gattungen noch abweichendere Verhältnisse zeigen. In diesen Abweichungen von den recenten Gattungen stimmt *Klukia* mit *Senftenbergia* überein, die sich also in der That gut als in die Vorfahrenreihe der Schizaeaceen gehörig begründen lässt. Wir sehen nach dem Gesagten deutlich sich durch die Reihe *Senftenbergia* (Ober-Carbon), *Klukia* (Jura) und *Lygodium* (Kreide) einen Fortschritt von einfacheren zu complicierteren Verhältnissen kundthun, indem die Arbeitsteilung zunimmt.

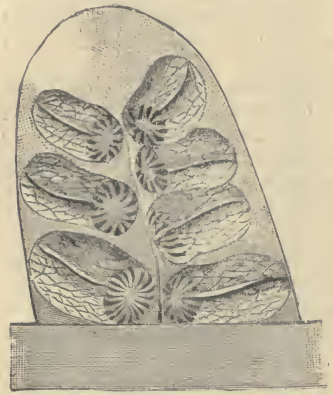


Fig. 200. *Klukia exilis* (Philipps) Raciborski: Fertile Fieder letzter Ordnung in 20/1 von unten gesehen. Aus dem Jura von Krakau. (Nach Raciborski.)

Osmundaceae

von

L. Diels.

Mit 23 Einzelbildern in 5 Figuren.

Wichtigste Litteratur: Vergleiche zunächst die bei den *Polypodiaceae* angeführten umfassenderen Werke, besonders Presl, Supplementum Tentaminis Pteridographiae. Abhandl. Böhm. Gesellsch. Wissensch. Ser. V, Band IV, 61 (Prag 1845). — Mettenius, Filices Horti Bot. Lips. 116. — Hooker & Baker, Synopsis Filicum Ed. II, 426—428, 524 (1883). — Christ, Die Farnkräuter der Erde 332—335. Ferner: Milde, Index Osmundarum. Botan. Zeitung 1868, 49. — Milde, Monographia generis Osmundae. Wien 1868. — Milde, Die Fructification der Osmunden. Botan. Zeitung 1868, 65. — Milde, Über *Todea* und *Leptopteris*. In 48. Jb. Schles. Gesellsch. vaterl. Kultur über 1870. Breslau 1871, S. 95—97. — Goebel, Vergleich. Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane. In Schenk's Handb. d. Botan. III, 1,

387. — K. Prantl, Bemerkungen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Gefäßkryptogamen und den Ursprung der Phanerogamen. In Verhandl. Physik. medic. Gesellsch. Würzburg 1875. — Entwickelungsgeschichte: L. Kny, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Farnkräuter. I. Entwickelung des Vorkeimes von *Osmunda regalis* L. In Pringsheim's Jahrb. VIII (1872) 1—14. — Chr. Luerssen, Zur Keimungsgeschichte der Osmundaceen, vorzüglich der Gattung *Todea* Willd. In Schenk und Luerssen's Mitteil. Gesamtgeb. der Botanik I, 459—477 (1874). — D. H. Campbell, On the Prothallium and Embryo of *Osmunda Claytoniana* L. and *O. cinnamomea*. Ann. of Botany VI. (1892) 49—63.

Merkmale. Sporangien auf der Unterseite normaler B. oder beiderseits (und event. am Ende) auf metamorphosierten fertilen B., resp. Segmenten; kurz und dick gestielt. Ring rudimentär, durch eine kleine Gruppe dorsal gelegener starkwandiger Zellen ersetzt. Stomium von dieser Gruppe her über den Scheitel zur Ventralseite führend. Kein Indusium. Sporen radiär, kugelig, chlorophyllreich. — Perennierende, kräftige Stauden, seltener baumartig. Rhizom meist aufrecht, dick, gestaucht. B. spiralig gestellt, groß, in der Jugend haar-filzig, später kahl. Blattstiel nicht gegliedert angefügt, am Grunde scheidig verbreitert, von 1 schienenförmigen Leitbündel durchzogen. Spreite mit normaler oder spaltöffnungsloser Epidermis und mehrschichtigem lacunenreichen oder lückenlosen Mesophyll, einfach- oder mehrfach-gefiedert. Adern frei, katadrom angeordnet.

Prothallium. Die Keimung der Sporen erfolgt sehr bald nach ihrem Ausfallen. Durch die erste dabei entstehende Scheidewand wird das primäre Wurzelhaar abgegliedert, dessen Wachstum dem des jungen Prothalliums genau entgegengesetzt, seltener lateral gerichtet fortschreitet. In dem Prothallium selbst führen oft schon die ersten Teilungen zur Bildung einer Zellfläche, nur bei *O. Claytoniana* bildet sich erst eine kurze Zellreihe. Ebenso tritt bei den *O.* bereits sehr frühe eine Scheitelzelle in Action, indem gleich eine der beiden oberen Quadrantenzellen des jungen Vorkeims als solche wirksam wird. Ihre Thätigkeit erlischt allerdings bald zu Gunsten rein marginalen Wachstums wie bei den Polypodiaceen. Als eigentümlich dagegen für die *O.* muss die Bildung einer durchgehenden, mehrschichtigen Mittelrippe betrachtet werden, die zu beiden Seiten ihrer Achse je eine Reihe von Archegonien trägt (Fig. 202, *A*). Auch die Entwickelung der Antheridien weicht erheblich ab vom *Polypodiaceen*-Typus, indem diedort charakteristischen Ringzellen stets vermisst werden. Das Archegonium anderseits bietet in seiner Entwickelung keinerlei Besonderheiten vor dem der verwandten Familien. Congenital mit der Centralzelle entstehen 2—3 Kanalzellen, die später ihre Querwände auflösen. Die Centralzelle selbst fällt bei *O. regali* samt ihren Nachbarinnen auf durch reichen Gehalt an Stärke, während sie bei anderen Arten vermisst wird. — Über die Apogamie der *O.* vgl. S. 37.

Vegetationsorgane. Der kräftige Stamm, kurz aufsteigend, seltener baumartig aufragend, ist äußerlich vielfach von den Resten der Blattstiele bedeckt; häufig beobachtet man gabelige Verzweigung. Die zahlreichen schwarzen Wurzeln zeigen sich mehr oder minder unregelmäßig verästelt.

Die Blätter stehen zusammengedrängt am Rhizom; sie bilden einen ± regelmäßigen Trichter; wobei oft die äußeren B. dieser Trichter unfruchtbar bleiben, während die Mitte von den steif aufgerichteten fertilen eingenommen wird. Ausgezeichnet ist die Familie durch den Besitz einer eigentümlichen häutigen Blattscheide, welche nach Gestalt und Anheftung sich verschieden verhält (Fig. 202, *C*). Der Blattstiel, namentlich an den fertilen B. oft von ansehnlicher Länge, fügt sich ungegliedert dem Rhizom an. Die Spreite ist einfach- bis doppelt-gefiedert, entweder in normaler Weise mit mehrschichtigem, lacunösem Gewebe und Spaltöffnungen ausgestattet (*Osmunda*, *Todea*) oder dünn nur 2—3schichtig ohne Lacunen und Spaltöffnungen, nach Art der Hymenophyllaceen (*Leptopteris*). In ihren Dimensionen zeigen die B. große Verschiedenheiten. Die Fiedern fügen sich ihrer Spindel häufig gegliedert an und fallen dann an diesem Insertionsgelenk durch ein besonderes Trennungsgewebe leicht ab. Die untersten Fiedern bleiben in ihrer Länge meist etwas hinter den nächst folgenden zurück. Die Blattspitze

endet gewöhnlich mit fiederspaltigem Endstück. In der Aderung des Blattes herrscht ausnahmslos Katadromie; die Adern laufen unverdickt in den Rand der Fiedern aus; ihre Verzweigung erfolgt nach V. Caenopteridis, Eupteridis, Sphenopteridis, Neuropteridis, Pecopteridis. In der Jugend sind die B. oft mit einer ± dichten Bekleidung von einfachen oder verzweigten Haaren ausgestattet, im Alter werden sie fast durchgängig kahl. Spreuschuppen kommen nirgends vor.

Anatomisches Verhalten. Der Centralcylinder des Rhizomes zeigt einen sehr isolierten, von dem herrschenden Typus völlig abweichenden Bau, der bereits von Milde geschildert wird. Zu der hier nochmals reproducierten Fig. 51 (201) vgl. den ausführlichen Text S. 70 ff.

Wie Haberlandt (Physiol. Pflanzenanat. II. Aufl. 312) treffend bemerkt, verdient der Centralcylinder des *O.*-Stammes hohes Interesse in allgemeiner Hinsicht, da er eine Vorstellung gestattet, wie ein concentrischer Leitstrang sich in mehrere selbständige Einzelbündel zerklüften konnte.

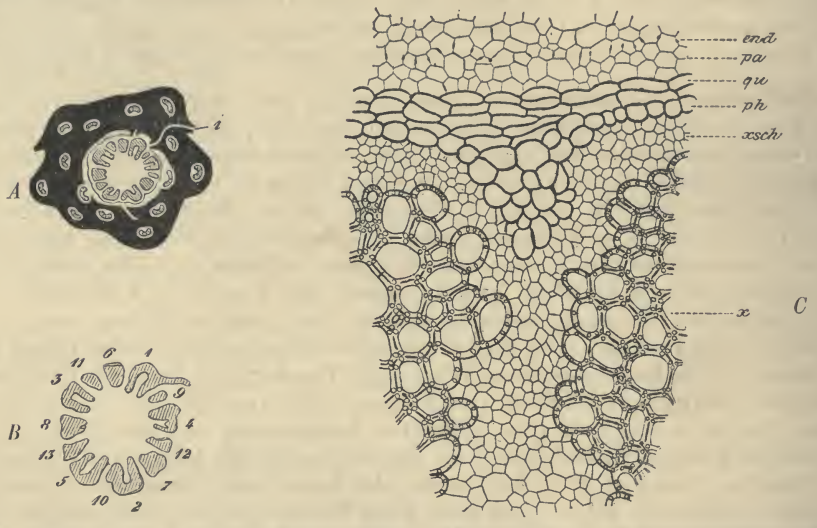


Fig. 201. *Osmunda regalis* L. *A* Querschnitt durch einen kräftigen Stamm, vom Scheitel desselben aus gesehen, etwa 2mal vergr. *i* unterstes Blattspurbündel, von ihm ein Wurzelbündel durch die Rinde abgehend. — *B* Skizze eines Bündelringes in voriger Figur, stärker vergr. 1 unterstes, gerade an seiner Eintrittsstelle in den Ring durchschnittenes Spurbündel mit einem der beiden sich hier ansetzenden Wurzelbündel. Die Ziffern 1—13 bezeichnen die im Querschnitte sichtbaren Spurbündel der 13 successiven B. 10 abnormer Weise mit 2 vereinigt. — *C* Querschnitt durch den vor einem Markstrahl gelegenen Teil des Centralcylinders. Rechts und links vom Markstrahle die benachbarten Holzstränge (*x*), welche von einer Parenchymscheide (*xsch*, Russow's Xylemscheide) eingehüllt sind. *ph* die Siebröhrenzone des Leptoms, *qu* Zone der quergestreckten Leptomzellen, *pa* die stärkereiche Parenchymscheide, *end* die Endodermis (Schutzscheide); etwa 250mal vergr. (*A* und *B* nach De Bary; *C* nach Zenetti.)

Die Blattscheide ist ausgezeichnet durch den Besitz einzeln oder gruppenweis gelagerter, schwarzer Bastzellen von sechskantigem Umriss und mit äußerst verdickter, steinharter Wand. Schon äußerlich heben sie sich als dunkele Striche von dem grünen Grunde ab (Fig. 202, *C*). Den Flügel der Scheide bilden dünnwandige, ungefärbte, lockere Zellen.

Der Blattstiel wird von 1 halbcylindrischen Leitbündel (Fig. 202, *B*) durchzogen, in dessen Begleitung lysigene Secretgänge vorkommen. Ferner kommen im Blattstiel (und der Spindel) auch noch die für die Scheide charakteristischen Bastzellen vor.

Die Blattanatomie zeigt große Verschiedenheiten: Bei *Todea* und *Osmunda* besteht die Epidermis aus verzahnten Zellen; die obere ist starkwandig und ohne Stomata; die untere dünner und mit vielen Spaltöffnungen versehen. Ganz anders verhält sich *Leptopteris,* die in ihrer Blattstructur dem Hymenophyllaceen-Typus folgt. Das Parenchym

ist nur 2—3 Schichten stark, alle Intercellularen fehlen, die Epidermis setzt sich aus polygonalen, mit geraden Wänden an einander schließenden Zellen zusammen und ermangelt der Spaltöffnungen völlig.

Sporophylle. Die fertilen Blattteile sind entweder unverändert und tragen die Sporangien längs ihrer Adern (*Todea*), oder sie zeigen bei entwickelterer Gliederung eine starke Reduction des grünen Gewebes (*Osmunda*). Die Verteilung dieser fertilen Blattteile zeigt innerhalb der Gattung *Osmunda* wenig Regelmäßigkeit (s. S. 378). Bald werden vorwiegend die oberen Fiedern fertil (*Osmunda regalis*), bald die mittleren (z. B. *O. Claytoniana*), bald sämtliche Fiedern eines B. (*O. cinnamomea*). Doch herrscht, wie gesagt, für diese Fälle bei keiner Art strenge Constanz. — Vielmehr kommen fast überall

Fig. 202. *A* erwachsenes Prothallium mit Archegonien; *B* Querschnitt durch den Blattstiel, schematisch; *C* unteres Ende des Blattstiels und Scheide. — *D—H* Fiedern II. von *Osmunda regalis*: *D* normal steril; *E* steril mit Lappenbildung; *F* teilweise fertil; *G* Teil einer fertilen, stärker vergrößert (Sporangien entfernt); *H* völlig fertil; *J* Querschnitt durch ein fertiles Segment, beiderseits Sporangien tragend. (*A* nach Kny; *B*, *D—H* nach Milde; *C* Original; *J* nach Goebel.)

spontane Übergangsstufen zwischen fertilen und sterilen Phyllomteilen zur Beobachtung. Aus deren Vergleich lässt sich mit aller Sicherheit der Gang der Modificationen verfolgen, welche mit der Bildung der Fructificationsorgane zusammenhängen, wie Milde zuerst in präciser Weise dargelegt hat. Man beobachtet folgende Stufen: 1) Lappenbildung an den noch sterilen Fiedern II., wobei jeder Lappen ausschließlich von einer einzigen Seitenader (incl. ihren Tributären) beherrscht wird (Fig. 202, *E*). 2) Entfärbung des grünen Gewebes basipetal längs der fertilen Adern; an den entfärbten Stellen treten bereits in diesem Stadium vereinzelte Sporangien auf. 3) Fortschreitende Reduction des Gewebes an den fertil werdenden Fiedern II., entsprechende Vereinfachung der

Aderung und entsprechend zahlreicheres Auftreten von Sporangien (Fig. 202, *F*, *G*). Als Endresultat findet man jede Seitenader der anfänglich angenommenen Fiedern II. als Spindel eines rein fertilen Segmentes III., die sowohl selbst wie ihre Tributäradern beiderseits Sporangien trägt. Der Umriss dieses fertilen Aderungcomplexes zeigt im allgemeinen Kreisform, so dass er bei den Autoren als Sorus bezeichnet wird (Fig. 202, *H*, *J*).

Die Verfolgung der Entwickelungsgeschichte eines typisch fertilen Blattes lässt übrigens gleichfalls das Wesen der fertilen Organe deutlich ergründen, wie zuerst Goebel gegenüber irrigen Ableitungen Prantl's feststellte (»Vergleich. Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane« S. 387). Vgl. auch Luerssen in Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland. II. Aufl. Leipzig 1889, S. 520 ff.

Sporangien. Das Sporangium, wahrscheinlich aus 1 Epidermiszelle hervorgehend (Fig. 203 *E*), zeichnet sich im fertigen Zustande (Fig. 203, *A*—*C*) aus durch starke Zygomorphie. Der Stiel ist kurz und dick, von dem Kapselteil wenig deutlich abgesetzt, der dorsale »Ring« sehr eigentümlich und ohne Analogie bei den übrigen Farnen. Er besteht

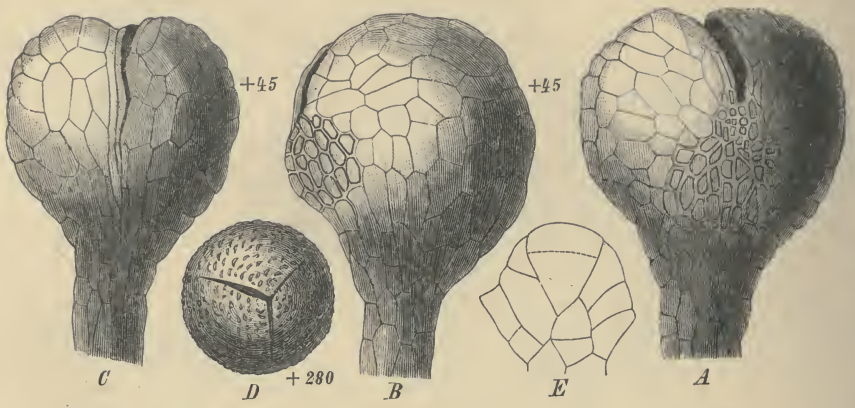


Fig. 203. *Osmunda regalis* L. *A*—*C* Sporangium: *A* Rückenansicht, *B* Seitenansicht, *C* Bauchansicht; *D* Spore; *E* Anlage des Sporangiums. Durch das Auftreten der punktierten Perikline entsteht das Archespor. (*A*—*C* nach Luerssen; *D* nach Milde; *E* nach Goebel.)

aus einer buckelig vorgewölbten Gruppe polygonaler dickwandiger Zellen, welche weder die Basis, noch den Scheitel erreicht. Er ist 2—5 Zellreihen hoch, 8—13 Zellreihen breit; die Größe der Zellen nimmt von unten nach oben stetig ab. An dem oberen Rande des Ringes setzt das Stomium an, zieht über den Scheitel hinweg und geht mitten über die stärker gekrümmte ventrale Seite des Sporangiums hinab. In der Richtung des Stomiums springt das Sporangium zweiklappig auf. — Die Sporen fallen durch ihre ansehnliche Größe auf; sie besitzen kugel-tetraëdrische Gestalt, sind mit drei Leisten besetzt und am Exospor mit feinkörniger Sculptur versehen. Im Inneren zeigen sie reichen Chlorophyllgehalt (Fig. 203, *D*).

Geographische Verbreitung. Die geographische Verbreitung der zu den *O.* gehörigen Gattungen ist eine sehr eigentümliche, aber die Familie an sich zeigt darin wenig für sie allgemein bemerkenswertes. Beachtung verdient das Fehlen in fast allen tropischen Niederungen, ihr noch auffallenderer Mangel beinahe an der ganzen Westseite des amerikanischen Continents. Auf der nördlichen Hemisphäre hat sie offenbar unter den Glacialzeiten schwer gelitten; die Hauptfläche der ehemaligen Inlandeis-Region zeigt sich noch in der Gegenwart von *O.* entblößt.

Nutzen. Nutzen für den menschlichen Bedarf bieten die *O.* nicht, wenn man von ihrer sehr fragwürdigen pharmaceutischen Benutzbarkeit und sonstigen geringfügigen Verwendungen absieht.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Als nächst verwandt mit den *O.* gelten allgemein die *Gleicheniaceae* und *Schizaeaceae.* Von beiden, wie von allen anderen Familien der Farne unterscheiden sie sich jedoch scharf durch die eigentümliche Modification des Ringes, der hier nicht aus einer Zellreihe gebildet, sondern durch eine Zellgruppe entsprechenden Charakters ersetzt ist. Demgemäß vollzieht sich die Dehiscenz des Sporangiums erheblich anders als gewöhnlich, und der Spalt greift niemals in den Ring hinein, wie bei den *Schizaeaceae.* Auch der Aufbau des B. weicht von jenen so weit ab, dass eine thatsächliche genetische Beziehung nicht mit Sicherheit geschlossen werden kann. — Über die entfernteren Beziehungen zu anderen Pteridophyten vgl. die Speculationen von Campbell, Ann. of Bot. VI. 82 ff.

Einteilung der Familie.

A. Fiedern sich nicht abgliedernd. Fertile Fiedern nicht zusammengezogen.
Blattgewebe 8—12 Schichten stark. Epidermis mit Spaltöffnungen . . . 1. Todea.
Blattgewebe 2—3 Schichten stark. Epidermis ohne Spaltöffnungen. 2. Leptopteris.
B. Fiedern sich abgliedernd. Fertile Fiedern zusammengezogen . . . . 3. Osmunda.

1. **Todea** Willd. s. str. Sori stets auf der Unterseite des Blattes, entweder lineal unterhalb einer Aderngabelung beginnend und sich darüber hinaus an den beiden

Fig. 204. *A Todea barbara* (L.) Moore: fertile Fieder. — *B, C Leptopteris hymenophylloides* (Rich. & Less.) Presl. *B* Vorderteil eines Blattes, *C* Fieder II. mit Aderung und Soris. (Original.)

Ästen emporziehend, oder kugelig, oberhalb der Gabelung an jedem dieser Äste je 1 Sorus, der bald mit dem gegenüber gelegenen verschmilzt. Schließlich die Sori fast die gesamte Unterseite der fertilen Blattabschnitte erfüllend (Fig. 204, *A*). Fertile Fiedern kaum zusammengezogen. — B. mit 8—12 Schichten starkem, lacunösem Parenchym. Epidermis mit verzahnten Zellen und Spaltöffnungen. B. doppelt-gefiedert. Fiedern sich nicht abgliedernd, ein Gelenk nur bei der australischen Form schwach angedeutet. Blattrand schwielig-verdickt. Adern bis zum Rande reichend.

1 Art in Südafrika, Ostaustralien, Neuseeland.

T. barbara (L.) Moore. Stamm fast baumartig, oft 1 m hoch und ebenso dick. B. mit mindestens 0,3 m langem Stiele und 0,8—1,5 m langer, bis 0,3 m breiter, kahler Spreite. Fiedern II. gezähnt (Fig. 204, *A*). Ostaustralien, von Queensland bis Tasmanien, nördlichstes Neuseeland, Südafrika von Capstadt östlich bis zu den Drakensbergen.

Fossil ist *Todea* durch Blattreste und den Bau der Sporangien im Rhät und im Jura constatiert werden: *Todea princeps* (Presl) Raciborski (1891); die Sporangien zeigen einen unvollständigen, transversalen »Ring«. Auch *Todea Williamsonis* (Brongn.) Schenk und *T. australis* (Morris) Renault aus dem Jura gehören, wie Raciborski (1891 u. 1894) definitiv nachwies, zu unserer Gattung. Die Blätter gehören zu dem Typus steriler Farne *Pecopteris*. — Vergl. auch das am Schlusse der Osmundaceen Gesagte. (H. Potonié.)

2. **Leptopteris** Presl (*Todeae* sp. autt., Hk. Bk.). Sori in kleinen Gruppen am Grunde der Seitenadern, niemals die gesamte Unterseite der fertilen Blattabschnitte besetzend (Fig. 204, *C*). — B. mit nur 2—3 Schichten starkem, lückenlosem Parenchym; daher durchscheinend-häutig nach Art der Hymenophyllaceen. Epidermis mit geradwandig anschließenden Zellen, ohne Spaltöffnungen. B. doppelt-gefiedert. Fiedern sich nicht abgliedernd. Blattrand nicht verdickt. Adern oft eine bedeutende Strecke vor dem Rande endigend.

2—4 einander sehr nahe stehende Arten, sämtlich in Ostaustralien, Melanesien, Neuseeland.

A. Fiedern II. gesägt. — **Aa.** Unterste Fiedern I. kaum kürzer als die folgenden: *L. Fraseri* (Hook. & Grev.) Presl. Stamm holzig, aufrecht, bis 0,6 m hoch und 5 cm dick. B. mit 0,15—0,25 m langem Stiel und 0,3—0,6 m langer ± kahler Spreite. Neucaledonien, Neusüdwales, wenig verbreitet. — **Ab.** Unterste Fiedern I. kürzer als die folgenden und abwärts gekrümmt: *L. Wilkesiana* (Brack.) Diels. Größer als vorige. Stamm oft einige Meter hoch. Spindeln etwas behaart, sonst kaum verschieden. Neuguinea, Neue Hebriden, Fiji, Samoa. — **B.** Fiedern II. tief-eingeschnitten. — **Ba.** Unterste Fiedern I. kaum kürzer als die folgenden: *L. Moorei* (Bak.) Christ. B. breiter als bei voriger. Adern gegabelt. Lord Howe Island. — *T. hymenophylloides* (Rich. & Less.) Presl, von voriger unwesentlich verschieden. Stamm bis 0,4 m hoch. B. gebüschelt, etwa 1 m lang (Fig. 204, *B*, *C*). Feuchte, schattige Wälder durch ganz Neuseeland. — **Bb.** Unterste Fiedern I. kürzer als die folgenden: *L. superba* (Col.) Hook. B. feiner zerteilt als bei vorigen, oft kraus. Übrigens wahrscheinlich durch Übergänge mit **Ba** verbunden. Sehr feuchte schattige Wälder durch Neuseeland; noch auf den Aucklandsinseln. Erträgt einige Besonnung nur in den regenreichsten Districten des Westens.

3. **Osmunda** L. (*Aphyllocalpa* Cav., *Osmundastrum* Presl, *Plenasium* Presl). Blätter, bezw. Blattteile dimorph. Fertile Segmente reicher verzweigt als die sterilen, aber ihr Parenchym stark reduciert; die Segmente letzter Ordnung beiderseits und auch am Scheitel von Sporangien bedeckt, welche dort also geknäuelte Gruppen, wenn man will, rundliche Sori bilden. — B. einfach- oder doppelt-gefiedert, stets mit mehrschichtig normalem Blattgewebe. Fiedern gegliedert angefügt. Sonst wie vorige nach dem Charakter der Familie.

6—7 Arten von sehr eigentümlicher Verbreitung.

Sect. I. *Plenasium* Presl em. B. einfach-gefiedert. Fiedern I. höchstens gelappt. Aderung nach V. Pecopteridis.

A. Seitenadern fast rechtwinkelig von der Mittelrippe abgehend: *O. javanica* Bl. B. länglich, mit 0,15—0,3 m langem Stiele und 0,3—1 m langer, dünn-lederiger, kahler Spreite. Fiedern gestielt, lineal-lanzettlich, ganzrandig, gekerbt oder gelappt. Adern dichotom-gegabelt. Fertile Fiedern fiederteilig oder doppelt-fiederteilig, mannigfach verteilt. Java,

Sumatra. — *O. Vachellii* Hook., unterscheidet sich durch kleinere Statur und schmälere, ganzrandige Fiedern mit einfacherer Aderung. Südchina.

B. Seitenadern spitzwinkelig (50—60°) von der Mittelrippe abgehend: *O. Presliana* J. Sm. (*Nephrodium banksiaefolium* Presl). Größe etwa der vorigen, aber Fiedern gesägt. Adern

Fig. 205. *Osmunda* L.: *A O. Presliana* J. Sm.: Blatt; *B*, *C O. regalis* L.: *B* junge Pflanze; *C* Blatt einer erwachsenen Pflanze. (Original.)

fiederig-verzweigt (Fig. 205, *A*). Kamtschatka, Japan, Südchina, Hinterindien, Ceylon, Malesien. Vorigen sehr nahe stehend.

Sect. II. *Osmundastrum* Presl em. B. einfach-gefiedert. Fiedern I. tief-geteilt. Aderung nach V. Pecopteridis.

A. Fiedern allmählich zugespitzt. Sporangien zimmtbraun: *O. cinnamomea* L. In der Jugend braunwollig behaart. Sterile B. mit 0,3—0,45 m langem Stiele und 0,6—0,9 m langer,

bis 0,25 m breiter, dünnlederiger Spreite. Fiedern I. sitzend, lineal-länglich. Segmente II. etwas sichelig gekrümmt, stumpf, fast ganzrandig. Fertile B. bedeutend kleiner, fast imm völlig fertil (d. h. ohne sterile Fiedern). Waldsümpfe Ostasiens (Mandschurei, Amurland, Japan), des atlantischen Nordamerika, der Antillen, Gebirge des nördlichen Südamerika und Brasilien.

B. Fiedern kurz zugespitzt. Sporangien schwärzlich: *O. Claytoniana* L. Kleiner als vorige. B. meist häutig; die fertilen kürzer und meist am Grunde und an der Spitze unfruchtbar, ihre Fiedern doppelt-fiederteilig. Sumpfige Wälder im östlichen Himalaya (bis 3000 m) und nördlichen Hinterindien, dann im atlantischen Nordamerika von Neufundland bis Florida.

Sect. III. *Eu-Osmunda* Presl. B. doppelt-gefiedert. Aderung nach V. Neuropteridis oder V. Sphenopteridis (Fig. 205, *C*).

A. Fiedern II. länglich oder oval. — **Aa.** Fiedern II. sitzend: *O. bipinnata* Hook. B. mit 0,3 m langem Stiele und 0,4—0,6 m langer, länglicher, lederiger, kahler Spreite. Fiedern II. jederseits 10—12, schwach gezähnelt, angewachsen. Adern in die Zähnchen auslaufend. Fertile B. oberwärts unfruchtbar. Hongkong. — **Ab.** Fiedern II. kurz gestielt: *O. regalis* L. »Königsfarn«. B. mit 0,3—0,45 langem Stiele und 0,6—1,5 m langer (auch kleinerer oder viel größerer), kahler, fast lederiger Spreite. Fiedern II. jederseits 4—14, ganzrandig oder gezähnt. Adern in die Buchten der Zähne auslaufend. Fertile B. unterwärts unfruchtbar oder völlig fertil. Sporangien rostfarben (Fig. 205, *B, C*). Moore, feuchte humöse Stellen in Waldungen oder Buschland. Sehr weit verbreitete Art, in verschiedenen Formen durch die borealen Länder Eurasiens (dort vielerorts der stattlichste Farn), Indien und Ostasien (besonders in den Gebirgen), das atlantische Nordamerika, die Gebirge der Antillen und Südamerikas bis Uruguay, Ostafrika bis zum Cap, Angola, das madagassische Gebiet. Doch ist dies Areal durch weite Lücken stark zerklüftet.

B. Fiedern II. schmal-lanzettlich: *O. lancea* Thunb. B. etwa 0,3 m lang, mit einer den Seitenfiedern conformen Endfieder endigend. Fiedern II. jederseits 5—6, sitzend, nach vorn gesägt. Adern in die Bucht der Zähne auslaufend. Fertile B. völlig fertil. Japan.

Fossil kommt *Osmunda*, nach Raciborski's Untersuchungen (1891), auf Grund des Sporangiumbaues sicher seit dem Jura vor. *Osmunda Sturii* Rac. z. B. hat doppelt-gefiederte Sporophylle, die Sporangien stehen in Gruppen, die Wandzellen derselben sind ungleich und verschiedener Gestalt, seitwärts am Gipfel mit einigen transversal gelegenen, kleinen, nach oben convergierenden Zellen, welche den »rudimentären«, transversalen »Ring« vorstellen. Auch Reste aus der Kreide und dem Tertiär sprechen sehr für *Osmunda*, z. B. ihrem anatomischen Bau nach die als *Osmundites* Unger (non Jäger) beschriebenen Stammreste aus dem Tertiär: unter anderen die als *Osmundites schemitzensis* Unger beschriebenen und zusammen mit so *Osmunda*- (*Plenasium*-)ähnlichen Blättern (*Pecopteris lignitum* Gichel em.) gefundenen Reste, dass es sich in dieser Art wahrscheinlich um eine jetzt noch lebende Art aus der Untergattung *Plenasium* handeln dürfte. Auch *Osmunda regalis* stimmt derartig mit Blattresten aus dem Eocän von Gelinden, die von Saporta und Marion als *Osmunda eocaenica* beschrieben wurden, dass auch die zuletzt genannte recente Art, und zwar bereits im Eocän vorhanden gewesen sein dürfte, eine Thatsache, welche das »durch weite Lücken stark zerklüftete« Verbreitungsareal von *O. regalis* leicht erklären würde. (H. Potonié.)

Fossile Osmundaceae.

Außer *Todea* und *Osmunda*, die fossil seit dem Mesozoicum vorkommen, haben sich im Palaeozoicum einige Male Sporangien gefunden, die sehr an solche von Osmundaceen erinnern, so von Renault (1896) in dem Culm von Esnost (*Todeopsis primaeva* Ren.), von Solms-Laubach (1894) aus dem Culm von Glätzisch-Falkenberg und von Zeiller (1890) aus dem Perm von Autun. Danach dürften die Osmundaceen eine sehr alte Familie sein. (H. Potonié.)

B. Hydropteridineae

von

R. Sadebeck.

Mit 98 Einzelbildern in 30 Figuren.

Wichtigste Litteratur*): Bischoff, Zur Naturgeschichte der *Salvinia natans* (Nova Acta XIV. 1. Bonn 1828). — Ders., Die Rhizocarpeen und Lycopodiaceen. Nürnberg 1828. — Mettenius, De Salvinia. Frankfurt a. M. 1845. — Ders., Beiträge zur Kenntnis der Rhizocarpeen. Frankfurt a. M. 1846, 4°, mit 3 Taf. — Valentine, Observations on the structure and development of the organs of *Pilularia globulifera* (Transact. of the Linn. Soc. London, XVIII. 1841). — Hofmeister, Vergl. Unters. Leipzig 1851. — Ders., Über die Keimung der *Salvinia natans* (Abh. d. k. Sächs. Ges. d. Wiss., Leipzig 1857). — Pringsheim, Zur Morphologie der *Salvinia natans* (Jahrb. f. wiss. Bot. III. 1863). — Hanstein, Erläuterung des Nardoo genannten Nahrungsmittels der Urbewohner Australiens, einer *Marsilia*-Frucht, nebst Bemerkungen zur Entwickelung dieser Gattung (Monatsber. d. Ak. d. Wiss. zu Berlin. 1862. Mit Taf.). — Ders., Befruchtung und Entwickelung der Gattung *Marsilia* (Jahrb. f. wiss. Bot. IV. 1865). — Ders., *Pilulariae globuliferae* generatio cum *Marsilia* comparata. Bonn, 1866. — Naegeli und Leitgeb, Über Entstehung und Wachstum der Wurzeln bei den Gefäßkryptogamen (Naegeli's Beiträge z. wiss. Bot. IV. 1867). — Millardet, Le prothallium mâle des Cryptogames vasculaires. Straßburg 1869. — A. Braun, Über *Marsilia* und *Pilularia* (Monatsber. d. k. Akad. d. Wiss. Berlin 1870 und 1872). — Russow, Vergl. Unters. Petersburg 1872. — Strasburger, Über *Azolla*. Jena 1873. — Juranyi, Über die Entwickelung der Sporangien und Sporen von *Salvinia natans*. Berlin 1873. — Arcangeli, Sulla *Pilularia* e la *Salvinia* (Nuov. Giorn. Bot. Ital. Vol. VIII. 1876). — Leitgeb, Zur Embryologie der Farne (Sitzgsb. k. k. Akad. d. Wiss. z. Wien. 1878). — Prantl, Zur Entwickelungsgeschichte des Prothalliums von *Salvinia natans* (Bot. Ztg. 1879). — Sadebeck, Kritische Aphorismen zur Entwickelungsgeschichte der Gefäßkryptogamen (Abh. d. naturwiss. Ver. zu Hamburg, 1879; auch in der Bot. Ztg. 1880 abgedruckt). — Ders., Die Gefäßkryptogamen in Schenk's Handbuch der Botanik. Breslau 1879. — Juranyi, Gestaltung der Frucht bei *Pilularia globulifera* (Sitzber. d. ung. Ak. d. Wiss. 1879). — Goebel, K., Über die Frucht von *Pilularia globulifera* (Bot. Ztg. 1882). — Berggren, S., Prothallium und Embryo von *Azolla* (Verh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. 1882. Mit 2 Taf.). — Heinricher, E., Die näheren Vorgänge bei der Sporenbildung der *Salvinia natans*, verglichen mit den übrigen Rhizocarpeen (Sitzber. d. k. k. Akad. d. Wiss. Wien. 1882). — Arcangeli, G., Sull' *Azolla caroliniana* (Processi Verb. della Soc. Tosc. di Sc. nat. Pisa. 1882). — Baker, J. G., A Synopsis of the Rhizocarpeae (J. of Bot., XXIV. 1886). — Constantin, J., Etudes sur les feuilles des plantes aquatiques (Ann. d. sc. nat. 7. Sér. P. III. 1886). — Goebel, K., Morphologische und biologische Notizen (Ann. d. jard. bot. de Buitenzorg. Vol. VII. 1887). — Haberlandt, G., Zur Kenntnis der Spaltöffnungen (Flora, LXX. 1887). — Karsten, G., Über die Entwickelung der Schwimmblätter bei einigen Wasserpflanzen (Bot. Ztg. 1888). — Campbell, D. H., Einige Notizen über die Keimung der *Marsilia aegyptiaca* (Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1888). — Ders., Systematic position of Rhizocarpeae (B. Torr. B. C. 1888). — Ders., The Development of *Pilularia globulifera* (Ann. of Bot. II. 1888). — Meunier, A., La Pilulaire, étude anatomico-génétique du sporocarpe chez la *Pilularia globulifera* (La Cellule, publ. par Carnoy, Gibson et Denys, T. IV). — Guignard, L., Sur les anthérozoïdes des Marsiliacées et des Equisetacées (B. S. B. d. France XXXVI). — Ders., Dével. et constitut. des anthérozoïdes (Revue générale d. bot. 1889). — Büsgen, M., Untersuchungen über normale und abnorme Marsiliaceenfrüchte (Flora, 1890). — Bieliajew, W. (Belajeff, Wl.), Über die

*) Um Wiederholungen bei den einzelnen Familien zu vermeiden, ist hier die gesamte wichtigere Litteratur zusammengestellt, welche über die Hydropteridineen handelt.

männlichen Prothallien der Wasserfarne (Hydropterides) (Odessa 1890. cf. auch Bot. Centralbl. 1892. Bd. L. Bot. Ztg. LVI, 1898. M. 2 Taf.). — Campbell, D. H., On the prothallium and embryo of *Marsilia vestita* (Proc. Californ. Acad. Sc. 1892). — Ders., The development of the sporocarp of *Pilularia americana* ABr. (Bull. Torr. Botan. Club. Vol. XX. Nr. 4. 1893). — Ders., Development of *Azolla filiculoides* Lam. (Ann. of Bot. Vol. VII. 1893). — Goebel, K., Pflanzenbiologische Schilderungen II, 1. Marburg 1891. — Levier, E., Sull' *Azolla caroliniana* (Bull. S. B. Ital. Firenze 1892). — Saccardo, P. A., De diffusione *Azollae caroliniana* per Europam (Hedwigia XXXI, 1892). — Bancroft, Th. L., On the habit and use of Nardoo (*Marsilia Drummondii* A. Br.) (Proc. Linn. Soc. N. S. Wales, Sidney. VIII. 1893. — Nature XLVIII. 1893). — Rehder, A., *Azolla filiculoides* Lam., winterhart und fruchtend (G. Fl. XLII). — Bailey, F. M., Sporocarps and cakes of Nardoo (*Marsilia Drummondii* ABr.) (Kew Bull. of Misc. Inf. 1892). — Schilling, A. J., Anatomisch-biologische Untersuchungen über die Schleimbildung der Wasserpflanzen (Flora LXXVIII, 1894). — Trabut, L., Note sur les *Marsilia* d'Algérie (Rev. gén. de Bot. VI. 1894). — Mac Millan, On the casting off of parts of the aquatic hairs of *Azolla* (Quart. Bull. Minnesota II. 1. 1895). — Ders., The function of the submerged leaves of *Salvinia natans* (Bull. Torr. Bot. Cl. XXIII. 1896; Bot. Gaz. XXII. 248 ff. 1896). — Johnson, Duncan S., On the leaf and sporocarp of *Marsilia* (John Hopkins Univ. Circ. 1897). — Shaw, W. R., Parthenogenesis in *Marsilia* (Bot. Gaz. XXII. 114—117. 1897). — Ders., Über Blepharoplasten bei *Onoclea* und *Marsilia* (Deutsche Bot. Ges. XVI. 1898). — Johnson, D. S., On the Development of the leaf and sporocarp in *Marsilia quadrifolia* L. (Ann. of Bot. XII. 1898). — Ders., on the leaf and sporocarp von *Pilularia*. (Bot. Gaz. XXVI. 1898).

Die Hydropteridineen bilden zweierlei Sporen, Mikrosporen und Makrosporen aus und sind dadurch ganz wesentlich von den Eufilicineen unterschieden. Die genannten beiden Arten von Sporen entstehen in gesonderten Sporangien, welche je nach ihrem Inhalte als Mikro- und Makrosporangien bezeichnet werden. Die Sporangien treten in ähnlicher Weise wie bei den Eufilicineen zu einem Sorus zusammen; bei den Salviniaceen findet man aber nur Mikrosporangien oder nur Makrosporangien in einem Sorus, bei den Marsiliaceen dagegen Mikro- und Makrosporangien in einem und demselben Sorus. Der Entwickelungsgang der Sporangien folgt in den Hauptzügen, insbesondere in der Bildung des tetraëdrischen Archesporiums demjenigen der Eufilicineen, lässt aber, namentlich bei der Bildung der Makrosporen wesentliche Verschiedenheiten erkennen, indem in jedem Makrosporangium nur je eine Makrospore zur Entwickelung gelangt. Die Bildung der Mikrosporen dagegen stimmt mehr mit derjenigen der Eufilicineen überein, indem hier wohl ebenfalls aus den 16 Sporenmutterzellen meist 4×16 Mikrosporen hervorgehen.

Der Stamm der Hydropteridineen, dessen Scheitel von einer zweiflächig zugeschärften oder von einer tetraëdrischen Scheitelzelle begrenzt wird, ist in jedem Falle dorsiventral gebaut, und zwar derart, dass auf dem Dorsaltheile die Blätter in zwei oder mehr Reihen, die Seitenknospen (Verzweigungen) und die Wurzeln (*Salvinia* ohne W.) auf dem Ventralteile ihre Entstehung finden. Aus beiden Arten von Sporen geht bei der Keimung ein Prothallium hervor, aber dasselbe bleibt mehr oder weniger rudimentär; es erreicht nur selten die Entwickelungsstufe der normalen Eufilicineen-Prothallien.

Die Prothallien, welche bei der Keimung aus den Mikrosporen heraustreten, bleiben stets nur auf wenige Zellen beschränkt. Die Antheridien werden an ihnen in eigenartiger Weise gebildet, die Entwickelung der Spermatozoïden erfolgt dagegen in einer übereinstimmenden Weise wie bei den Eufilicineen. Die Prothallien, welche bei der Keimung der Makrosporen gebildet werden, sind größer, aber gelangen nur bei den Salviniaceen zur Entwickelung eines Meristems. Die Anlage der Archegonien erfolgt in einer mehr oder weniger verschiedenen, unten näher mitgeteilten Weise. Die Entwickelung der Archegonien findet ungefähr in derselben Weise statt wie bei den Eufilicineen; dasselbe gilt von der Anlage der Embryonen, d. h. bis zur Vollendung der Octantenbildung. Nachher treten bemerkenswerte Verschiedenheiten hervor, namentlich z. B. bei *Salvinia*, wo die Entwickelung der Wurzel von Anfang an unterbleibt.

Einteilung der Hydropteridineae.

Horizontal auf der Oberfläche des Wassers schwimmende, kleine und z. T. sehr zarte, meist einjährige Pflanzen. Stamm mit zweiflächig zugeschärfter, rechts und links segmentierter Scheitelzelle. Blätter in der Knospenlage der Länge nach gefaltet. Makrosporangien und Mikrosporangien in getrennten Sori; jeder Sorus wird von einem aus 2 Zellschichten bestehenden, oben geschlossenen Indusium umgeben und bildet eine einfächerige dünnwandige Kapsel (Sporocarp). Das männliche Prothallium ist dorsiventral gebaut, etwas fadenförmig, tritt bereits während der Entwickelung aus der in drei Rissen zersprengten Sporenwand heraus und bildet darauf die Antheridien, während in der untersten Zelle ein kleines, linsenförmiges Rhizoid abgetrennt wird. Das weibliche Prothallium ist ein vielzelliger Gewebekörper, an dessen meristematischen Teilen mehrere Archegonien in akropetaler Reihenfolge zur Anlage und Entwickelung gelangen **Salviniaceae.**

Auf zeitweise überschwemmten oder sumpfigen Plätzen kriechende, seltener schwimmende, meist perennierende Pflanzen. Stamm mit dreiseitiger (tetraëdrischer) Scheitelzelle, deren Segmente zwei seitlich rückenständige Reihen und eine Bauchreihe bilden. Blätter in der Knospenlage spiralig eingerollt (wie bei den Eufilicineen). Makro- und Mikrosporangien in einem und demselben Sorus, mehrere Sori zu einer bohnen- oder kugelförmigen, hartwandigen Kapsel (Sporocarp) verwachsen. Die männlichen Prothallien bleiben während der Entwickelung der Antheridien von der Sporenwand umschlossen, welche erst mit der Ausbildung der Spermatozoïden berstet. Das weibliche Prothallium ist in der Regel nur ein wenigzelliger Gewebekörper, und nicht meristematisch; es entwickelt stets nur ein Archegonium . . . . . **Marsiliaceae.**

Salviniaceae

von

R. Sadebeck.

Mit 58 Einzelbildern in 18 Figuren.

Vegetationsorgane. Der Vegetationskegel des Stammes und die Anlage und Anordnung der seitlichen Organe. — Am Scheitel des Stammes findet man

Fig. 206. *Azolla nilotica* Decsne. Habitusbild, nat. Gr. (Original.)

eine zweiflächig zugeschärfte Scheitelzelle, deren Antiklinen, den Stengel horizontal schwimmend gedacht, derart ansetzen, dass auf der Rückenseite (Oberseite) eine rechts

und links liegende Reihe von Segmenten erzeugt wird, und ebenso auch auf der Bauchseite (Unterseite), da die Antiklinen durch die ganze Dicke des Stammes hindurchgehen. Wird aber der Vegetationskegel um 90^0 gedreht, so erhält man zwei im wesentlichen mit einander übereinstimmende Flankenansichten (Seitenansichten), auf welchen nur die Antiklinen der einen Segmentreihe sichtbar sind. Dieselben erscheinen daher hier als parallele Scheidewände. Andererseits aber ergiebt sich aus dem alternierend auf einanderfolgenden Ansätzen der Antiklinen, dass die von ihnen begrenzten benachbarten Segmente der beiden Reihen nicht in gleicher Höhe liegen können; sie ragen vielmehr immer um die halbe Höhe eines Segmentes über einander hervor (Fig. 207, *A* und *F*). Bis zu diesem Stadium der Entwickelung ist der Aufbau des Stengels bei beiden Gattungen derselbe, mit der beginnenden Differenzierung der Segmente treten aber Verschiedenheiten ein; der Vegetationskegel von *Azolla* ist stark aufwärts gekrümmt, so dass

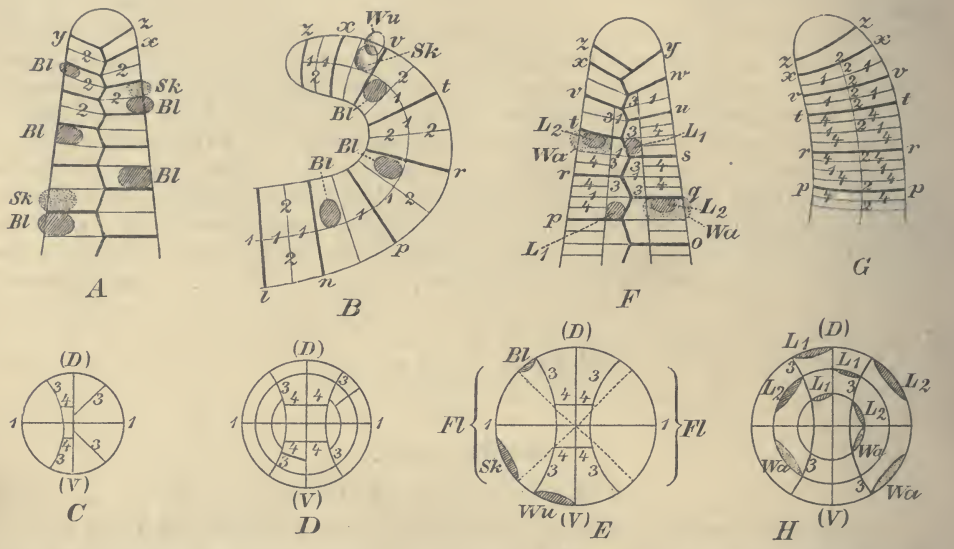


Fig. 207. Entwickelung des Vegetationskegels der Salviniaceen; *A—E Azolla*, *F—H Salvinia*; ausgenommen bei *C* und *D* schematisch dargestellt. — *A* und *F* Rückenansicht, *B* und *G* Seitenansicht des Vegetationskegels, letztere in der natürlichen Krümmung. *E* und *H* analoge schematische Querschnitte des Vegetationskegels von *Azolla* und *Salvinia*. *C* und *D* zwei aufeinanderfolgende Querschnitte des Vegetationskegels von *Azolla*, nach der Natur. *Bl* Blatt, *Sk* Seitenknospe, *Wu* Wurzel, *Wa* Wasserblatt, *L* Luftblatt, *D* Dorsalseite, *V* Ventralseite; *u*, *v*, *w*, *x*, *y*, *z* die aufeinanderfolgenden Segmentwände der Scheitelzelle. Vergr. 200. (*A—E* nach Strasburger; *F—H* nach Pringsheim.)

an dem Ende desselben der ursprüngliche Ventralteil zur Oberseite, der Dorsalteil dagegen zur Unterseite wird, während der Vegetationskegel von *Salvinia* nur sehr wenig gekrümmt ist und fast gerade gestreckt bleibt (Fig. 207, *B* und *G*).

Azolla. — Bei *Azolla* wird jedes Segment bereits durch die erste in demselben vollzogene Teilungswand in eine Rücken- und Bauchhälfte (Fig. 207, *B—E*, 1) zerlegt, und es erfolgt dieser Teilungsschritt schon sehr frühe, bereits in dem zweitjüngsten Segmente. Der zweite Teilungsvorgang findet in beiden Hälften der Segmente gleichmäßig statt, und die denselben bezeichnenden Teilungswände sind ebenfalls Antiklinen, aber sie setzen rechtwinklig zur ersten Teilungswand und parallel zu den Hauptwänden der Segmente an (Fig. 207, *A* und *B*, 2) und teilen somit jede Segmenthälfte wiederum in eine scheitelsichtige und eine grundsichtige Hälfte. Der Verlauf derselben ist daher nur in den Front- und Flankenansichten zu erkennen, nicht aber auf den Querschnitten. Die dritte Teilungswand dagegen verbindet die Winkelpunkte der medianen Zickzacklinie, setzt also senkrecht zu den Hauptwänden der Segmente an und verläuft in der

Höhe des ganzen Segmentes als Antikline bis zur Peripherie, wie dies auf Querschnitten deutlich ersichtlich ist (Fig. 207, *C*—*F*, 3). Der vierte Teilungsschritt dagegen wird durch perikline Wände dargestellt, welche parallel der Hauptwand des Segmentes in der Längsrichtung der Achse verlaufen (Fig. 207, *C*—*F*, 4), so dass ein centraler Zellenkomplex gebildet wird, welcher durch die Teilungswände 3 und 4 begrenzt wird und die erste Anlage des centralen Gewebestranges darstellt. Mit diesen Teilungen im Segment wird aber der Hauptsache nach die endgültige Gliederung des Vegetationskegels vollzogen.

Die Anlage und Anordnung der Blätter, Seitenknospen und Wurzeln findet in folgender Weise statt. Die Blätter stehen alternierend in zwei geraden, auf der Rückenfläche des schwimmenden Stammes genäherten Reihen (Fig. 207, *A*, *B*, *E*) und

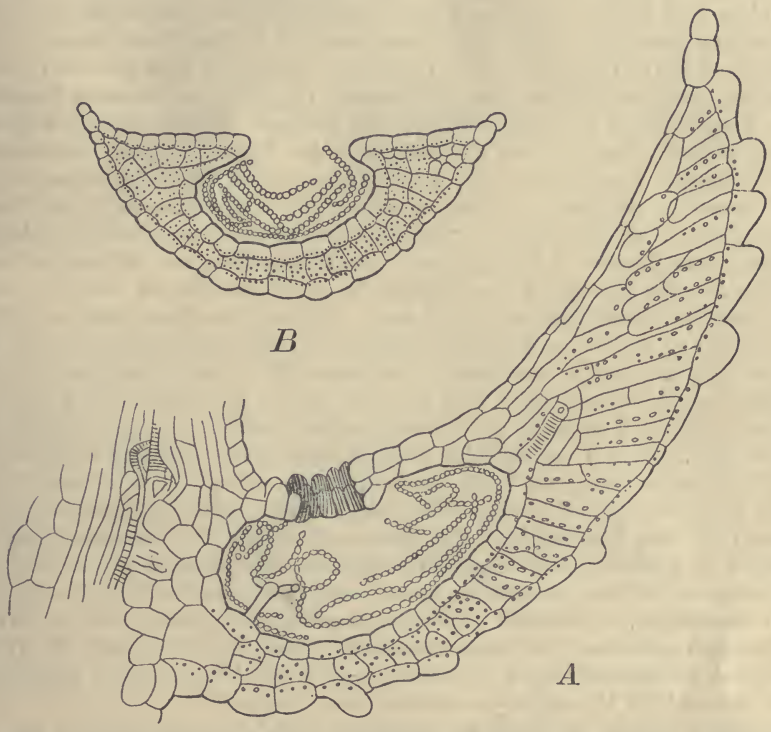


Fig. 208. Blatt von *Azolla filiculoides* Lam. — *A* Längsschnitt durch den oberen Lappen eines ausgebildeten Blattes; 175 mal vergr. *B* Querschnitt durch einen solchen; 240 mal vergr. Bei *A* und *B* im Inneren der Höhlung *Nostoc*-Schnüre. (Nach Strasburger.)

nehmen daher von Zellen ihren Ursprung, welche dem Dorsalteile des Stengels angehören; ihre Mutterzellen werden in dieser Hinsicht von der ersten und dritten Teilungswand eines Segmentes begrenzt. Aber nicht in jedem Segment findet die Anlage eines Blattes statt, sondern in jeder der beiden links und rechts liegenden Segmentreihen folgt auf ein blattbildendes Segment stets ein steriles; es wird also bei der Anlage der Blätter stets ein Segment einer jeden Reihe übersprungen. Da aber die eine Reihe der Blätter stets nur aus den basiskopen (grundsichtigen) Hälften der Segmente hervorgeht, die andere der beiden Blattreihen dagegen nur aus den akroskopen (scheitelsichtigen), so ergiebt sich, dass die Anlagen der einzelnen abwechselnd auf einander folgenden Blätter nur durch die Höhe eines halben Segmentes getrennt sein können (Fig. 207, *A*).

Das ausgebildete Blatt von *Azolla* besteht aus zwei, bis an ihre Basis getrennten Lappen, einem oberen rückenständigen und einem unteren bauchständigen. Die

oberen Lappen der Blätter schwimmen auf der Oberfläche des Wassers und decken sich derart dachziegelartig mit ihren Rändern, dass die Rückenfläche des Stengels kaum noch sichtbar wird; die unteren Lappen der Blätter sind untergetaucht und decken sich nur ein wenig an ihrer Basis, so dass der Ventralteil des Stengels mehr oder weniger freiliegt.

Bei der Entwickelung des Blattes wird schon mit dem ersten Teilungsschritt die Gliederung des Blattes eingeleitet, die erste Anlage (Zelle) des Blattes wird bereits in die beiden Blatthälften, den späteren Ober- und Unterlappen zerlegt; eine Scheitelzelle fehlt hier sowohl wie bei der Entwickelung der einzelnen Lappen. Die letzteren entwickeln sich von Anfang an völlig getrennt von einander; es folgen zunächst in einer zur Zeit noch nicht näher zu bestimmenden Reihenfolge Antiklinen und Periklinen, um erst später in ihrer Anordnung dem Typus des allgemeinen Randzellenwachstums sich zu nähern, ohne dass jedoch dadurch die Bedeutung desselben für die Differenzierung und den Verlauf der Blattbündel gewonnen würde, wie dies bei der Entwickelung des Blattes der Eufilicineen der Fall ist (man vergl. Fig. 37); es unterbleibt auch die den Farnblättern charakteristische spiralige Einrollung des Blattes. Im Laufe der weiteren Entwickelung wird das junge Blatt bald mehrschichtig; die äußerste Schicht wird zur Epidermis. Es entsteht jedoch dadurch, dass die Innenseite des Blattes merklich konkav wird, an der Basis derselben eine deutliche Grube (Fig. 208), welche infolge bedeutender Wucherung der dieselbe umgebenden Epidermiszellen von einer zweischichtigen Zellenlage derart überdacht wird, dass nur über der Mitte der dadurch entstandenen Höhlung eine enge Öffnung übrig bleibt. Bei der Anlage dieser Überdachung der Höhlung beginnen die Epidermiszellen der Innenseite des Lappens in einem bestimmten Umkreise nahe der Basis sich schräg zur Oberfläche zu teilen und, sich über dieselbe erhebend, nach einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte hin zu wachsen, so dass sie schließlich um die mittlere Öffnung strahlig angeordnet erscheinen. Die ganze Höhle ist demnach auch im Inneren mit Epidermiszellen ausgekleidet und hat also nichts gemeinsam mit den Luft- und Atemhöhlen, welche z. B. bei *Fegatella* angetroffen werden, da letztere Luftlücken im Parenchym sind. In dem vorliegenden Falle dagegen haben wir eine äußerlich hinaufgebildete Höhlung vor uns, von deren inneren Zellen, welche ja, wie die Entwickelungsgeschichte zeigte, ebenfalls Epidermiszellen sind, Trichombildungen ausgehen (Fig. 208, *A*). Das Eigenartige dieser Höhlung wird aber noch erhöht durch *Nostoc*-Schnüre, welche stets in derselben in großer Anzahl angetroffen werden. Sie gelangen bereits während der Entwickelung der Höhlung in dieselbe hinein und finden sich außerdem auch stets um den Vegetationskegel, namentlich in der Krümmung seiner Rückenfläche. Trotz der *Nostoc*-Parasiten gedeihen die *Azolla*-Pflänzchen ganz vorzüglich, und die Thatsache, dass in keiner der Blatthöhlungen die *Nostoc*-Vegetation fehlt, macht es wahrscheinlich, dass hier gegenseitige Anpassungserscheinungen vorliegen.

Die Seitenknospen, auf deren Entwickelung allein die Verzweigungen des Stengels zurückzuführen sind, enstehen aus den bauchständigen Teilen der Segmente (Fig. 207, *B* und *E*, *SK*); sie nehmen bald nach dem Hervorwölben ihrer Mutterzellen über die Peripherie des Vegetationskegels, d. h. schon nach dem ersten Teilungsschritt Wachstums- und Teilungsmodus des Hauptstengels an. Die reichliche Verzweigung des *Azolla*-Pflänzchens findet hierdurch ihre entwickelungsgeschichtliche Begründung. Die Seitenknospen werden ebenfalls wie die Blätter in zwei alternierenden Reihen angelegt, von denen die eine aus basiskopen Segmenthälften hervorgeht, die andere aus akroskopen. Aber nicht bei allen Arten findet über jedem Blatte die Anlage einer Seitenknospe statt, es scheint dies nur bei *Azolla nilotica* der Fall zu sein; bei anderen Arten (z. B. bei *Azolla caroliniana* und *filiculoides*) folgen auf jede Seitenknospe scheitelwärts die Anlagen von 3 oder 4 Blättern, ehe aus der darüber liegenden Segmenthälfte die nächste Seitenknospe ihren Ursprung nimmt (man vergl. auch bei Fig. 207, *A*).

Die Mutterzelle einer Seitenknospe, sei es, dass dieselbe aus der akroskopen oder oder basiskopen Hälfte eines Segmentes ihre Entstehung nimmt, wird von der ersten und dritten Teilungswand eines Segmentes begrenzt, und dicht daran, ebenfalls ventral

gelegen und nur durch die Teilungswand 3 getrennt, grenzt stets die Mutterzelle einer Wurzel, welche somit am Vegetationskegel in gleicher Höhe wie die Seitenknospe zur Anlage gelangt; es bilden also auch die Wurzeln ihrer Entstehung nach zwei alternierende Reihen am Vegetationskegel. Wurzeln sowohl, als Seitenknospen der *Azolla* sind daher nicht adventive, sondern normale Bildungen, da sie von dem Meristem des Vegetationskegels ihren Ursprung nehmen.

Der Bau des Stengels von *Azolla* ist ein sehr einfacher; wie bei submersen Siphonogamen wird der Stamm nur von einem axilen Strange durchzogen, von welchem ein Zweig an jedes Blatt abgeht. Bei der Entwickelung des Stammes der Siphonogamen werden bekanntlich in dem sich differenzierenden Vegetationskegel durch der Peripherie parallel verlaufende Periklinen nach einander Epidermis, Rindenzellen und Procambiumcylinder abgeschieden, welcher an die Teilungswand 4 (Fig. 207) angrenzt. Bei *Azolla* zeichnen sich die durch die Teilungswand 4 nach innen abgegrenzten Zellen bereits auf sehr jungen Stadien durch die Verdickung ihrer Wände aus und werden zu den primären Tracheïden, an welche allein die neuen Tracheïden ansetzen. Von hier aus entwickeln sie sich peripherisch fort, wobei ihre Bildung stetig durch perikline Teilungswände der centralen Zellgruppe eingeleitet wird. Die dadurch entstehenden secundären Tracheïden erhalten bei der weiteren Entwickelung sehr bald die Form der primären und sind von diesen schließlich nicht mehr zu unterscheiden; zwei dem Ventralteile des Stengels angehörende Tracheïden nehmen jedoch bedeutender an Größe zu und werden um ein Vielfaches weiter als die übrigen. Die Tracheïden des Bündels treten zu dem Hydrom zusammen, welches in aufeinanderfolgender Reihe von dem Amylom, Leptom und der Endodermis umgeben wird, so dass das ganze Bündel einem Farnbündel der einfachsten Art zu vergleichen ist. Das Bündel wird alsdann noch von dem Rindenparenchym umgeben, in ähnlicher Weise, wie bei anderen submersen Gewächsen.

An das centrale Bündel setzen die Bündel der Blätter, der Seitenknospen und der Wurzeln an, und zwar, wie Strasburger gezeigt hat, ganz direkt an die primären Tracheïden. Während jedoch bei dem späteren Längenwachstum des Stengels weder Seitenknospen und Wurzeln, noch die einzelnen, aufeinander folgenden Blätter erheblich von einander getrennt sind, tritt die Streckung des Stengels besonders zwischen der Seitenknospe und dem nächst darunter liegenden Blatte hervor.

Entwickelung der Wurzel. — Die Wurzelinitiale, welche sich von den übrigen Zellen des Vegetationskegels äußerlich dadurch unterscheidet, dass in ihr die die anderen Rindenzellen treffenden Teilungen ausbleiben, hat die Gestalt eines Prismas und grenzt nach innen zu mit ihrer breiten Basis an die Zellen, welche die primären Tracheïden erzeugen. Von ihrem Scheitel wird sehr bald parallel zur Oberfläche eine den benachbarten Oberhautzellen an Höhe gleiche Zelle abgeschieden, welche darauf durch eine der ersten Teilungswand parallele Wand in eine äußere höhere und eine innere niedrigere Zelle zerlegt wird, so dass die Wurzelinitiale nun von zwei übereinander liegenden flachen Zellen bedeckt ist. In diesem Entwickelungsstadium bleibt die Wurzel zunächst stationär hinter den übrigen Teilen der Pflanze zurück und beginnt erst in dem Augenblicke wieder kräftig zu wachsen, in welchem die Differenzierung des Leitbündels ihre Insertionshöhe erreicht hat. Alsdann treten in der Wurzelinitiale Scheidewände hervor, welche in gleicher Weise aufeinander folgen, wie die Antiklinen einer dreiflächig zugespitzten Scheitelzelle, so dass nach drei Teilungen bereits eine tetraëdrische Scheitelzelle gebildet wird, wie bei den Eufilicineen. Während aber die Wurzeln der letzteren nach je 3 Segmenten durchschnittlich je eine Kappe bilden, wird von der tetraëdrischen Scheitelzelle von *Azolla* überhaupt nur eine einzige Kappenzelle abgetrennt, die sich zur ersten und einzigen Wurzelkappe entwickelt, während gleichzeitig die beiden schon früher von der Wurzelinitiale abgeschiedenen Zellen eine Art Scheide (S′ uud S″) um die Wurzel bilden. Die äußere dieser beiden Zellen erfährt darauf ein ziemlich kräftiges Wachstum und mehrfache Teilungen durch antikline Zellwände, die innere dagegen wird sehr bald desorganisiert, so dass die Scheide von der Wurzelkappe getrennt erscheint. Auch bei der weiteren Entwickelung der Wurzel wird die Scheide nur durch eine Zellenlage gebildet,

dagegen die Kappenzelle sehr bald in zwei gleiche übereinander liegende Zellen geteilt (Fig. 209, *B*), welche im Verlauf des Wachstums ebenso wie die Wurzelscheide durch antikline Teilungen in mehrere Zellen zerfallen. Dass nur eine Kappenzelle gebildet wird, findet in dem Vorhandensein der äußeren Scheide seine Erklärung; dieselbe verhindert die Desorganisation und das Abwerfen der ersten Wurzelkappe, daher wird ein Nachbilden derselben überflüssig. Auch die Bildung von Nebenwurzeln unterbleibt hier vollständig.

Die voranstehenden Mitteilungen basieren allein auf den Untersuchungen über *Azolla filiculoides*, indessen dürfte es kaum zweifelhaft sein, dass auch die Wurzeln von *Azolla caroliniana* und *A. pinnata* eine gleiche Entwickelung nehmen und dieselbe auch im wesentlichen für *Azolla nilotica* gilt, wo die Seitenwurzeln in Fascikeln von 6 bis 20 vereinigt sind, da dieselben nicht aus einander, sondern seitlich neben einander dem Stamme

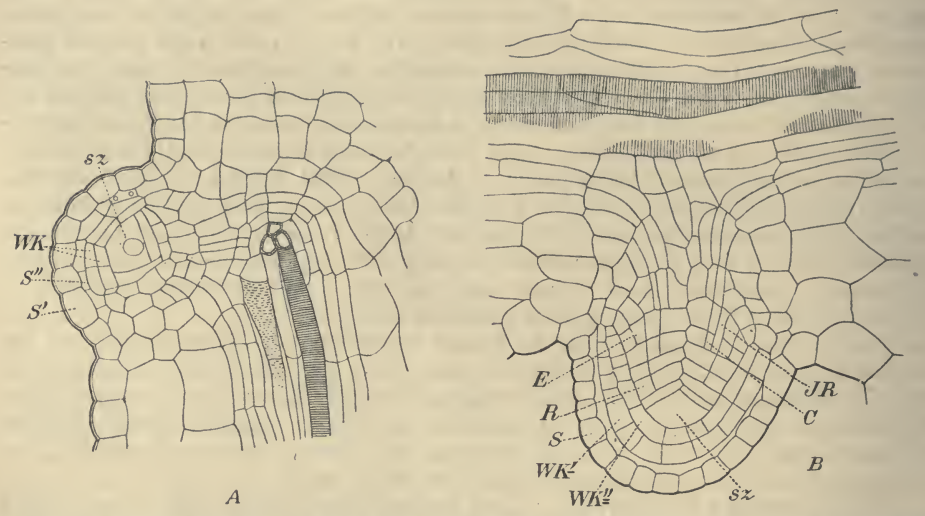


Fig. 209. Entwickelung der Wurzel von *Azolla filiculoides* Lam., etwa 300 mal vergr. — *A* Eine junge Wurzelanlage, die beiden Zellenlagen der Scheide, *S'* und *S''* sind noch erhalten, die Wurzelkappeninitiale hat bereits zwei Etagen von Kappenzellen gebildet *WK*. *sz* die Scheitelzelle. *B* Eine ältere Wurzelanlage. *R* = Rindenwand; *E* = Epidermiswand; *C* = Cambiumwand; *JR* = Innere Rindenwand; *S* die Scheide. (Die innere Zellenlage der Scheide *S''* von Fig. *A* ist bereits resorbiert) *WK'* und *WK''* die zwei Zellenlagen der Wurzelkappe; *sz* die Scheitelzelle. (Nach Strasburger.)

inseriert sind. Es ist anzunehmen, dass bei *Azolla nilotica* vor Beginn der Wurzelbildung eine Teilung der Wurzelinitiale stattfindet, und dass sofort so viel Scheitelzellen aus derselben differenziert werden, als später Wurzeln vorhanden sind, da alle im Fascikel vereinigten Wurzeln von Anfang an gleich weit entwickelt gefunden werden, und alle gemeinschaftlich von der einen Scheide umgeben werden. Diese Scheide wächst dann noch längere Zeit mit dem Fascikel fort und hält die einzelnen Wurzeln zusammen. Das ganze Fascikel aber erscheint zunächst kegelförmig, dann spindelförmig, bis die Scheide durchbrochen wird, und die Wurzeln sich frei ausbreiten.

Bei *Azolla filiculoides* steht an allen Verzweigungsstellen ausnahmslos eine Seitenwurzel; bei *A. caroliniana* und *pinnata* werden häufig einzelne Zweiginsertionen übersprungen, bei *A. nilotica* sind sogar häufig ganze Zweigsysteme ohne Wurzelbildung, andere hingegen regelmäßig an sämtlichen Verzweigungsstellen mit Wurzel-Fascikeln besetzt.

Salvinia L. — Zur Orientierung der Wachstumsverhältnisse von *Salvinia* sei hier Folgendes vorausgeschickt. Die Blätter werden am Vegetationskegel mehrere Zellenlagen unterhalb der Spitze in ununterbrochener Reihenfolge angelegt. Der Stengel bildet eine aus zahlreichen Internodien bestehende Hauptachse; dieselbe trägt an ihren

aufeinander folgenden Knoten dreigliedrige Quirle von Seitenorganen. Zwei von den drei Anlagen derselben entspringen auf dem Dorsalteile (Oberseite) eines jeden Knotens und werden zu deutlich blattartigen Organen, den sog. Luftblättern (*l*), deren Spreiten nur mit der Unterseite das Wasser berühren, während die dritte, gleich hohe Anlage, das Wasserblatt (*w*), von dem Ventralteile (Unterseite) des Knotens ihren Ursprung nimmt und sich zu einem Büschel langer, ins Wasser herabhängender Organe ausbildet. Bei diesem unterbleibt die Entwickelung der Lamina; es treten aus seinen in der Scheitelzelle gebildeten Segmenten Randzellen hervor, welche denselben Wachstumsmodus wie die Hauptzipfel befolgen und zu Seitenzipfeln sich ausbilden, welche den

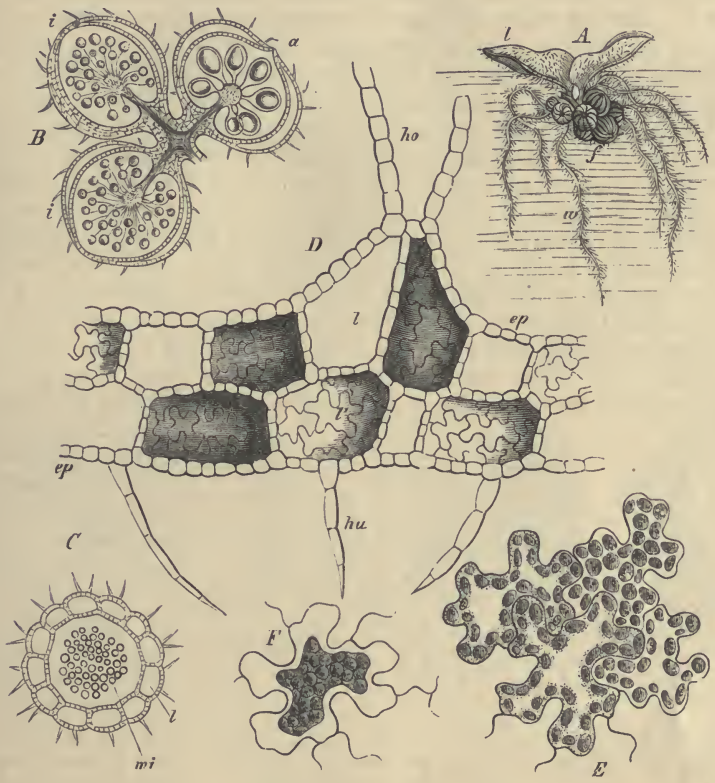


Fig. 210. *Salvinia natans* Hoffm. *A* Teil eines Stammes, einen Quirl tragend; *l* Luftblätter; *w* Wasserblatt, mit mehreren Zipfeln; *f* Früchte an diesem (nat Gr.); *B* Längsschnitt durch 3 fruchtbare Zipfel eines Wasserblattes; *a* eine Frucht mit Makrosporangien; *ii* zwei solche mit Mikrosporangien; *C* Querschnitt einer Frucht mit Mikrosporangien *mi* (*B—C* 10 mal vergr.); *D* Querschnitt des Luftblattes; *ha* Haare der Unterseite; *ho* solche der Oberseite; *ep* die Epidermis; *l* Luftlücken, die dunklen zeigen die senkrechten Gewebewände im Hintergrunde (20 mal vergr.); *E* Zellen einer Gewebelamelle im Blatt; *F* eine solche nach Kontraktion des Inhaltes in Glycerin. (Nach Sachs.)

Hauptzipfeln gleich gestaltet sind. Pringsheim vergleicht demnach auch die verschiedenartige Ausbildung der Luft- und Wasserblätter mit der Entwickelung ungeteilter parenchymreicher nnd derjenigen mehrfach geteilter parenchymarmer Blätter.

Diese Anordnung der Blätter wird nicht sofort mit der embryonalen Entwickelung eingeleitet, sondern auf den Cotyledo (Schildchen) folgen zunächst zwei einzeln stehende Luftblätter, worauf erst die definitive Quirlstellung eintritt. Diese Erscheinung steht mit der Thatsache im Zusammenhange, dass die die Wachstumsvorgänge zum Ausdruck bringenden ersten Zellteilungsfolgen des embryonalen Stammes nicht sofort

den definitiven Verlauf nehmen, sondern erst nach dem dritten oder vierten Teilungsschritt. Der alsdann eintretende und auch bei der erwachsenen Pflanze stetig fortdauernde Teilungsmodus ist bis zur Bildung der Segmente fast derselbe, wie bei *Azolla*. Eine Abweichung tritt nur in der verschiedenen Reihenfolge hervor, welche die ersten vier in jedem Segment stattfindenden Teilungen innehalten. Die beiden ersten Teilungswände setzen nämlich am jungen Vegetationskegel von *Salvinia* in umgekehrter Reihenfolge an, wie bei *Azolla*; die dritte Teilungswand nimmt dann wieder bei beiden Gattungen ungefähr denselben Verlauf, tritt jedoch bei *Salvinia* nicht so nahe an die Mediane heran, wie bei *Azolla*, wogegen der vierte Teilungsschritt bei *Salvinia* durch antikline Teilungswände bezeichnet wird, welche jede durch die Teilungswand gebildete Segmenthälfte auf's neue halbieren und den Hauptwänden der Segmente parallel verlaufen (Fig. 207, *F* und *G*). Erst der fünfte Teilungsschritt erfolgt analog dem vierten von *Azolla*, wie dies z. B. aus Fig. 211, *C* deutlich hervorgeht; jedoch ist bei *Salvinia* bereits mit dem vierten Teilungsschritt die Gliederung des Vegetationskegels soweit vorgeschritten, dass die Anlagen der seitlichen Organe damit bestimmt werden. Die Blätter entstehen in gleicher Höhe am Vegetationskegel und nehmen von einer zur Achse des Stengels senkrechten Querscheibe ihren Ursprung. Dieselbe wird immer von zwei Segmenten gebildet, welche infolge der gegenseitigen Lagerung beider Segmentreihen des Vegetationskegels ein verschiedenes Alter und ungleichen Wert besitzen. Jede solche Querscheibe besteht demnach aus der oberen Hälfte eines älteren und aus der unteren Hälfte eines jüngeren Segmentes; die Anlage der Blätter an dieser Knotenscheibe findet aber derart statt, dass das auf der Bauchseite entspringende Wasserblatt mit dem ihm näheren Luftblatt (von Pringsheim das äußere Luftblatt genannt) aus der älteren, das vom Wasserblatt entferntere, das innere Luftblatt dagegen für sich allein aus der jüngeren Hälfte der Knotenscheibe hervortritt. Die Entstehung der 3 Blätter einer Knotenscheibe erfolgt daher nicht gleichzeitig; das Wasserblatt wird stets zuerst angelegt, von den beiden Luftblättern aber ist das dem Wasserblatt nähere, also das äußere Luftblatt jünger als das innere. Die durch diese Blattquirle gebildeten Internodien entsprechen der Höhe eines ganzen Segmentes, und es ergiebt sich hieraus und aus der gegenseitigen Lagerung der beiden Segmenthälften, welche den Blattknoten bilden, dass die analogen Hälften der aufeinander folgenden Knoten eine entgegengesetzte Lage haben müssen, wie dies aus Fig. 207, *F* deutlich hervorgeht. Die aufeinander folgenden Blattquirle alternieren und bilden 4 Reihen Luftblätter und 2 Reihen Wasserblätter.

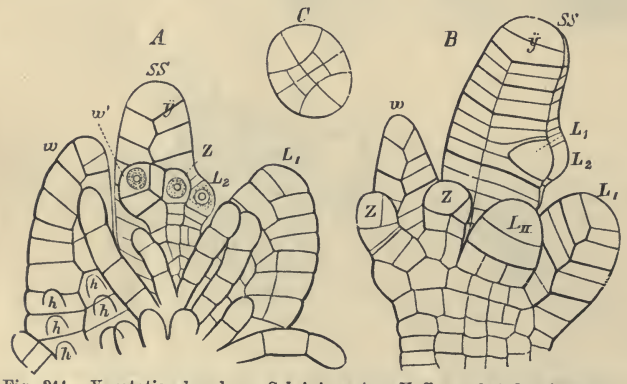


Fig. 211. Vegetationskegel von *Salvinia natans* Hoffm. nebst den jüngsten Blättern und Blattanlagen; nach Pringsheim. — *A* Unter- oder Bauchseite; *B* linke Seite; *C* Querschnitt des Vegetationskegels (mit dem der *Azolla* völlig übereinstimmend, vergl. Fig. 207, *E*). — *SS* Stammscheitelzelle; *y* letzte Teilungswand derselben; *w* Wasserblatt; *z* dessen seitliche Zipfel; $L_1 L_2$ Luftblätter; *hh* Haare.

Wie bei allen Leptosporangiaten beruht auch bei *Salvinia* die Verzweigung des Stengels auf keiner Gabelung desselben, sondern nur auf der Bildung von Seitenknospen, von denen immer je eine an jedem Knoten entsteht, und zwar oberhalb des Wasserblattes, in dem Raume zwischen diesem und dem äußeren Luftblatt. Die erste Anlage der Seitenknospen ist allerdings von Pringsheim nicht beobachtet worden, indessen ergiebt sich aus seinen Mitteilungen, dass wesentliche Abweichungen von den analogen Vorgängen bei *Azolla* nicht stattfinden können, und dass die in akropetaler Reihenfolge entstehenden Seitenknospen gemäß ihrer Anlage am Vegetationskegel

ebenso wie diejenigen der *Azolla* als normale Bildungen aufzufassen sind. In ihrem Wachstum und dem Zellteilungsmodus gleichen die Seitenknospen ebenfalls dem Hauptstengel. Da nun aber auch bei *Salvinia* die von der Bauch- und Rückenseite entspringenden Sprossungen eine differente Ausbildung erhalten, und die Anlage der Seitenknospen bei beiden Gattungen dieselbe ist, so leuchtet ein, dass auch der Stengel von *Salvinia* in demselben Sinne wie derjenige von *Azolla* dorsiventral gebaut ist.

Außer diesen seitlichen Organen treten noch zweierlei Trichombildungen am Vegetationskegel auf, von denen jedoch nur die eine Modifikation, welche durch die braune und zugespitzte Endzelle kenntlich ist, auch an der älteren Pflanze erhalten bleibt, während die andere Art der Haarbildungen nur an jungen Teilen der Pflanze auftritt und daher an den in den Dauerzustand übergegangenen Pflanzenteilen nicht mehr gefunden wird.

Sori, Sporangien, Sporen und Prothallien. Die Sori der Salviniaceen entstehen zu zwei oder mehreren an Blattzipfeln, bei *Azolla* an den unteren Lappen des ersten Blattes eines Seitenzweiges, bei *Salvinia* an den basalen Zipfeln der Wasserblätter. Die zu einem Sorus vereinigten Sporangien werden von einem Indusium umgeben, welches aus 2 Zellenschichten besteht und oben geschlossen, bei *Azolla* sogar am oberen Teile verholzt ist. Der Sorus, d. h. die Sporenfrucht oder das Sporocarp, ist also eine einfächerige Kapsel; dieselbe enthält entweder nur Mikrosporangien oder nur Makrosporangien. In den Mikrosporangien werden stets mehrere Mikrosporen entwickelt, in den Makrosporangien dagegen nur je eine Makrospore. Während aber bei *Salvinia* mehrere Makrosporangien in einem Sorus sich bilden, gelangt in dem weiblichen Sorus von *Azolla* nur ein Makrosporangium zur Entwickelung. Sämtliche Sporangien nehmen von einer Placenta, welche sich z. T. zu einer Columella entwickelt, ihren Ursprung. Die Makrosporangien sind stets nur kurz gestielt, fast sitzend, die Mikrosporangien dagegen werden von langen Stielen getragen; diejenigen von *Azolla* bestehen aus zwei Zellreihen, diejenigen der *Salvinia* nur aus einer Zellreihe. Bei der Entwickelung der columellaartigen Placenta wölbt sich dieselbe höckerartig hervor, worauf am Grunde dieses Höckers ein Ringwulst sich bildet, die erste Anlage des Indusiums. Dasselbe wächst zunächst trichterförmig heran und entwickelt sich alsdann gleichzeitig mit dem Wachstum des gesamten Organs allmählich zu einer vollständig geschlossenen Hülle, welche die Wand der Sporenfrucht bildet. Während dieser Vorgänge, welche mit der Entwickelung des Hymenophyllaceensorus im wesentlichen übereinstimmen, und während die Columella selbst noch in lebhaftem Wachstum begriffen ist, findet bereits die erste Anlage der Sporangien statt, welche von oberflächlichen Zellen der Columella ihren Ursprung nehmen. Diese Zellen wölben sich papillenartig hervor und beginnen die Bildung der Sporangien in einer fast gleichen Weise wie bei den Polypodiaceen. Verschiedenheiten treten erst mit der weiteren Entwickelung des Archespors ein.

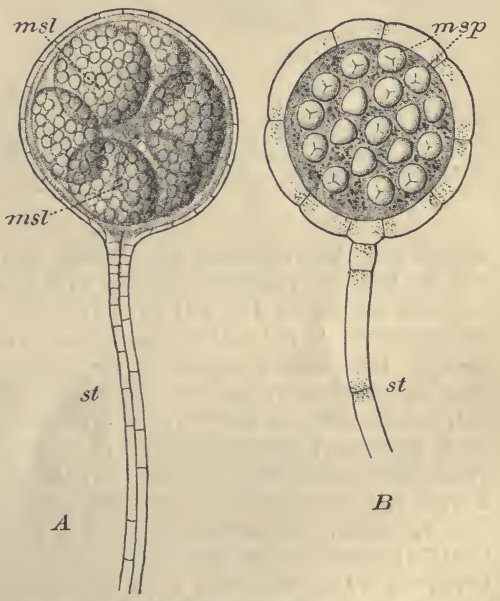


Fig. 212. Mikrosporangien der Salviniaceen: *A Azolla*; *msl* die Massulae; *st* der aus 2 Zellreihen bestehende Stiel. *B Salvinia*, *msp* die Mikrosporen, *st* der Stiel. 80 mal vergr. (*A* nach Strasburger; *B* Original.)

Mikrosporen. — In den Mikrosporangien findet nach der Desorganisation der Wandungen der Tapetenzellen die Bildung der Sporenmutterzellen statt; dieselben weichen jedoch bald in der zusammengeflossenen Inhaltsmasse der Tapetenzellen etwas auseinander, aber nach dem Auseinanderfallen der Tetradenglieder, welche sich wohl sämtlich zu Sporen ausbilden, findet man jede der Sporen in dem Protoplasmaklumpen, der das Sporangium erfüllt, von einem hellen Hofe umgeben, dessen äußere Kontur eine punktierte Linie, das anstoßende körnige Protoplasma bildet. Dieser Hof ist dem die junge Makrospore umgebenden analog (man vergl. bei der Entwickelung der Makrospore). Die Zellkerne der Tapetenzellen sind in dem Protoplasmaklumpen noch erhalten, aus welchem in ähnlicher Weise wie bei der Makrospore ein vacuolenhaltiges Epispor sich entwickelt, welches bei *Salvinia* als Zwischenmasse erscheint, in welcher sämtliche Mikrosporen eingebettet liegen, während dasselbe bei *Azolla* in zwei oder mehrere Ballen, die sog. Massulae (Fig. 215) zerfällt, welche 4—8 Mikrosporen enthalten. Bei einigen *Azolla*-Arten (*A. caroliniana* und *A. filiculoides*) werden die Massulae noch von höchst eigentümlichen, ankerartigen Fortsätzen, den sog. Glochiden bedeckt (Fig. 212 und 215), welche ebenfalls Differenzierungsprodukte des aus den Tapetenzellen stammenden Protoplasmas sind und dazu dienen, die Massulae an den Makrosporen

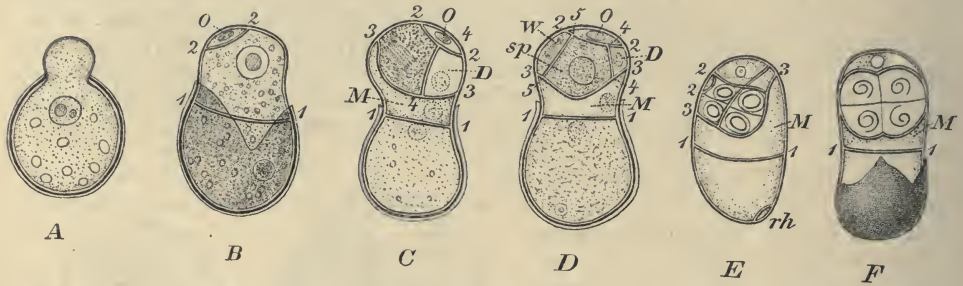


Fig. 213. Keimung der Mikrospore von *Azolla filiculoides* Lam. *A*—*F* die aufeinanderfolgenden Entwickelungsstadien. Die Zahlen 1—5 bezeichnen die Teilungswände in der Reihenfolge ihres Auftretens. *O* und *M* die durch die Wände 2 und 3 abgetrennten sterilen Zellen; *D* die durch die Wand 4, *W* die durch die Wand 5 abgetrennte schmale sterile Zelle (*W* = der Wandzelle bei der Keimung der Mikrosporen von *Salvinia*). *rh* das Rhizoïd. *A*—*E* Seitenansichten, *F* etwa 90° gegen *E* gedreht. *A*—*D* 860mal, *E* und *F* 640mal vergr. (Nach Belajeff.)

festzuhaken. Dies geschieht oft derartig, dass der untere Teil der Makrospore vollständig von den Massulae bedeckt wird (Fig. 215, *B* und 219).

Die Keimung der Mikrosporen. — Zunächst wird ein dorsiventral gebautes, etwas längliches Prothallium entwickelt, welches anfangs durch 2 Querwände in 3 Zellen zerfällt. Die untere derselben ist die größte, von ihr wird nur an ihrem unteren Teile eine kleine linsenförmige Zelle, ein rudimentäres Rhizoïd abgetrennt, sonst erleidet die untere Zelle keinerlei weitere Veränderungen. In dem oberen Teile des Prothalliums findet nach weiteren Teilungsvorgängen in einer der oberen (*Azolla*) oder in beiden oberen Prothalliumzellen (*Salvinia*), also innerhalb der letzteren, die Anlage des Antheridiums statt, welches sich auch niemals über die Oberfläche des Prothalliums erhebt.

1. *Azolla*. Die Keimung beginnt in den Massulae. Das hierbei entstandene Prothallium tritt aus der mit 3 Rissen geöffneten Mikrospore hervor und wird sehr bald durch die Wände 1—1 und 2—2 in 3 Segmente geteilt, von denen in dem unteren sich eine kleine linsenförmige Zelle *rh*, ein rudimentäres Rhizoïd, (Fig. 213, *E*) abscheidet (man vergl. auch *Salvinia*); aber das obere Segment *O* erfährt keine weiteren Veränderungen (Unterschied von *Salvinia*); Teilungen behufs der Bildung des Antheridiums finden nur in der mittleren Zelle statt. Dieselbe zerfällt zunächst durch die Wand 3—3 in eine untere Zelle *M*, welche sich nicht weiter teilt, und in eine obere Zelle, in welcher durch die zur Wand 3—3 annähernd senkrecht ansetzend Teilungswand 4—4 eine schmale Zelle *D*, von der Antheridiummutterzelle abgeschnitten wird. Die letztere

zerfällt darauf durch Teilungswand 5—5 in eine schmale Wandzelle *W* und die Centralzelle des Antheridiums, *sp*, die Mutterzelle des spermatogenen Komplexes. Die Wandzelle *W* wird alsdann durch eine zur Außenwand des Prothalliums senkrechte Wand in zwei annähernd gleich große Zellen geteilt. Die Centralzelle des Antheridiums liegt also innerhalb des Prothalliums; sie zerfällt durch 3 auf einander senkrechte Teilungen in 8 Spermatozoïden-Mutterzellen. Die Öffnung, durch welche die Spermatozoïden, resp. Spermatozoïden-Mutterzellen entweichen, entsteht durch die Zerstörung der Wandzelle *W*. Das männliche Prothallium von *Azolla* entwickelt also nur ein Antheridium (Unterschied von *Salvinia*).

Salvinia. Die Mikrosporen bleiben beim Beginn der Keimung noch von dem Sporangium umschlossen. Sowohl die Wandung desselben, als auch das erhärtete Protoplasma, welches die Mikrosporen umgiebt, wird erst durch das Prothallium durchbro-

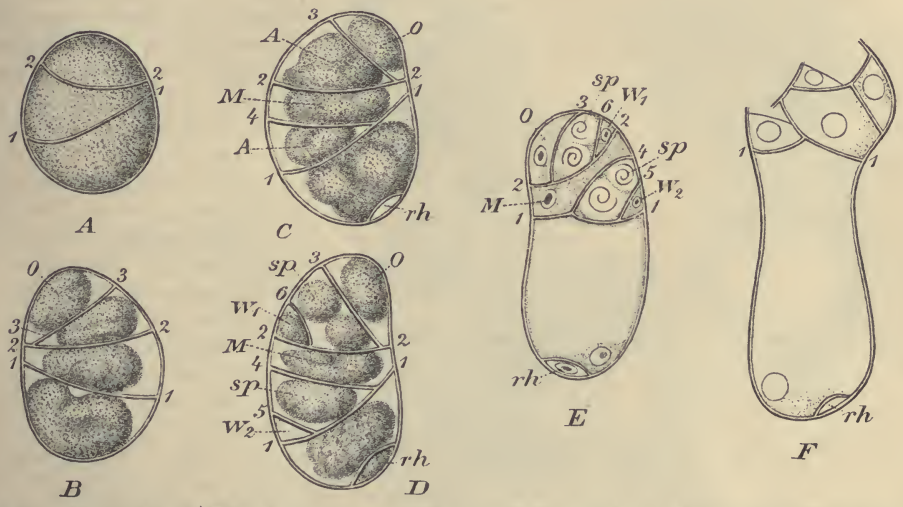


Fig. 214. Keimung der Mikrospore von *Salvinia natans* Hoffm. *A—F* die aufeinanderfolgenden Keimungsstadien, bei *F* sind die Antheridien bereits entleert. Die Zahlen 1—6 bezeichnen die Teilungswände in der Reihenfolge ihres Auftretens. *A* und *B* Auftreten der ersten Teilungswände; *C* Bildung der Antheridienmutterzellen (*A*); *D* Entstehung der Centralzellen des spermatogenen Komplexes (*sp*); *W* die Wandzellen des Antheridiums; *E* Bildung der Spermatozoïdenmutterzellen (*sp*). *rh* in *C—F* das Rhizoïd; *O* und *M* sterile Zellen; W_1 und W_2 die die Centralzellen des spermatogenen Komplexes umgebenden Wandzellen; *A* Antheridienmutterzelle. *A—D* 860 mal vergr., *E* und *F* 640 mal vergr. (Nach Belajeff.)

chen, welches aus den durch die auseinander weichenden Sporangiumzellen entstandenen Fugen heraustritt; aber es lassen sich — z. B. behufs der Untersuchung — sowohl erwachsene als jugendliche Prothallien durch Druck aus dem Sporangium befreien. Das Prothallium ist dorsiventral. In dem frühesten zur Beobachtung gelangten Stadium war die Mikrospore durch 2 Querwände (Fig. 214, *A*, 1—1 und 2—2) in ein unteres, mittleres und oberes Segment geteilt, deren Teilungswände etwas schräg verlaufen. Von dem unteren Segment, welches größer ist, als die beiden anderen zusammengenommen, wird eine kleine linsenförmige Zelle, ein rudimentäres Rhizoïd, *rh*, abgetrennt; sonst erfährt dieses Prothalliumsegment, abgesehen von einer ansehnlichen Längsstreckung, im Laufe der weiteren Entwickelung keine Veränderung. Jedes der beiden oberen Segmente zerfällt durch je eine Wand (3 und 4) in eine sterile Zelle (*O* und *M*) und die im Querschnitt dreiseitige Antheridiummutterzelle (*A*); letztere teilt sich noch durch je eine Wand 5 und 6 in eine Wandzelle W_1 und W_2 und die Centralzelle, die Mutterzelle des spermatogenen Complexes (*D* und *E*, *sp*). Es entstehen also zwei Antheridien, deren Centralzellen innerhalb des Prothalliums liegen, indem sie seitlich einesteils von den Wandzellen W_1, resp. W_2, anderenteils von den Prothalliumzellen *M*, resp. *O* begrenzt werden. Nur nach

der Bauchseite des Prothalliums hin ist die Centralzelle von keiner sterilen Zelle begrenzt, und an dieser Stelle bilden sich auch später die Risse, durch welche die Spermatozoïden, resp. die Spermatozoïden-Mutterzellen austreten. Aus der Centralzelle entstehen durch Teilungen derselben die Spermatozoïden-Mutterzellen, im unteren Antheridium deren 4, im oberen aber nur 2. Die Spermatozoïden bleiben aber in ihren Mutterzellen länger, als es sonst der Fall ist.

Makrosporen. — Bei der Entwickelung der Makrospore (Fig. 216) entstehen aus dem Archespor 8 Sporenmutterzellen; dieselben werden anfangs von den Inhaltsmassen der Tapetenzellen, welche infolge der Verschleimung ihrer Wandungen zusammengeflossen sind, umgeben, weichen aber allmählich auseinander (*B*), und schreiten darauf ur Tetradenbildung (Fig. 216; *C*, *T*). Diese Tetraden liegen also in den Plasmamassen, aber nur eine Tetrade giebt die Makrospore ab. Die letztere ist anfangs nicht durch ihre Größe, sondern nur dadurch ausgezeichnet, dass sie in ähnlicher Weise wie die Tetraden der Mikrosporen in einem großen, hellen Hofe liegt, welcher allen übrigen in dem Makrosporangium gebildeten Sporen fehlt und wahrscheinlich auf die Verschleimung der Spezialmutterzellmembran zurückzuführen ist (Fig. 216, *D*, *ma*). Die anderen Sporen werden darauf an die Sporangiumwand gedrängt (*D*, *sp*), lassen nur wenig körnigen Inhalt erkennen und bleiben an Größe hinter der in ausgiebigstem Wachstum begriffenen Makrospore (Fig. 216, *D*, *ma*), zurück, welche von Anfang an reichlichen Inhalt führt. Es tritt alsdann ein mächtiger Wandbelag um den ziemlich großen Zellkern auf (Fig. 216, *E*).

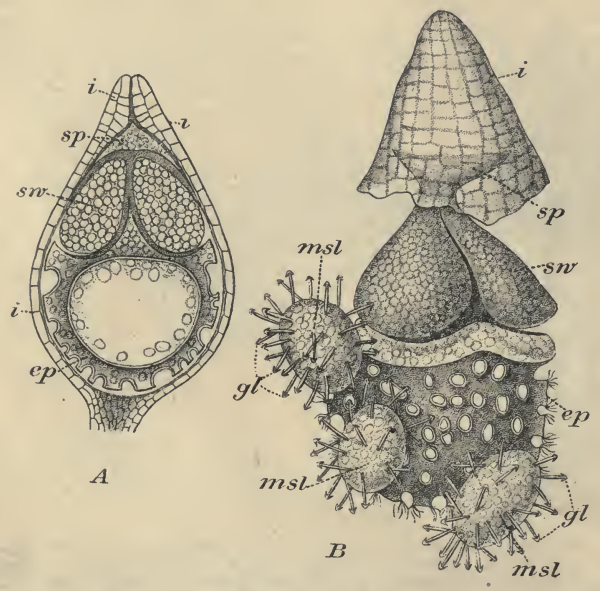


Fig. 215. Makrospore und Makrosporangium von *Azolla filiculoides* Lam. *A* eine von dem noch unverletzten Indusium umgebene Makrospore im Längsschnitt. *B* eine Makrospore, in der oberen Hälfte des Indusiums hängend; an dem mit vielen feinen Fäden versehenen Episporium haften die Massulae vermittelst ihrer Glochiden fest. *i* Indusium; *ep* Episporium; *sw* Schwimmapparat; *sp* Restteil der Sporangiumwand, welche bei *A* nach dem Scheitel des Indusiums hin den Schwimmapparat bedeckt, bei *B* trichterförmig umgestaltet ist. *msl* die Massulae, *gl* die Glochiden. 75 mal vergr. (Nach Strasburger.)

Bei *Azolla* ist zunächst hervorzuheben, dass der Makrosporangiensorus nur eine Makrospore enthält, und auch in ganz jungen Anlagen des weiblichen Sorus nur ein einziges Sporangium gefunden wird (Strasburger). Dasselbe füllt fast den ganzen Sorus aus; die Makrospore weist jedoch ihrer äußeren Gestalt nach auch in der weiteren Entwickelung noch auf die tetraëdrische Entstehung hin, indem sie nach dem Scheitel des Sorus, resp. des Sporangiums zu stark abgeplattet ist. Die junge Spore füllt daher nicht die gesamte eirunde Höhlung des Sporangiums aus, sondern lässt an dem Scheitel desselben sogar einen ihrem eigenen Volumen fast gleich großen Raum übrig, welcher mit Plasmamassen angefüllt ist. Dieselben nehmen nicht nur in der bereits oben erörterten Weise von den Tapetenzellen und den anderen Sporenzellen ihren Ursprung, sondern auch von der Sporangiumwand selbst, deren Auflösung bis auf einen kleinen, an dem Scheitel des Indusiums gelegenen Teil ebenfalls früh erfolgte. Die junge Makrospore füllt somit den unteren Teil des Indusiums ganz direkt aus, ohne weitere Vermittelung einer Sporangiumwand; um sie herum entwickelt sich aber — wie bei *Salvinia* — aus den von den Tapetenzellen stammenden Plasmamassen ein mit zahlreichen Vacuolen versehenes,

kompliziert gebautes Episporium (Fig. 215, *ep*). Dasselbe bildet in dem unteren Teile eine dicht der inneren Sporenhaut anliegende, feiner oder gröber granulierte, auch gefelderte, mit Fäden, Warzen oder unregelmäßigen Höckern besetzte Hülle, im oberen Teile aber einen eigentümlichen, aus 3 oder 3 × 3 birnförmigen Körpern aufgebauten, mit Luft sich füllenden Schwimmapparat (*sw*). Derselbe erhält eine schirmartige Bedeckung durch den nicht desorganisierten Restteil der Sporangiumwand (*sp*), welcher mit verfilzten feinen Fadenbildungen bekleidet ist (die letzteren treten auf der Figur nicht hervor). Das Indusium (*i*) ist von oben bis zur Hälfte oder bis über dieselbe herab verholzt. Mit diesem

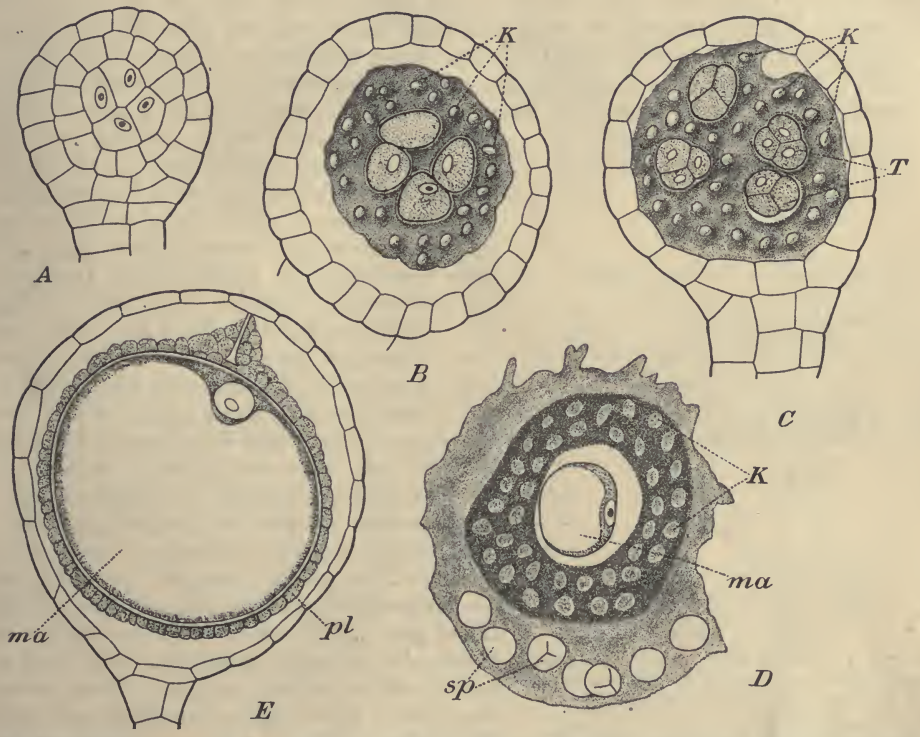


Fig. 216. Entwickelung der Makrospore von *Salvinia natans* Hoffm. *A* die Bildung der 8 Sporenmutterzellen. *B* die Wände der Tapetenzellen sind resorbiert, die Inhalte der letzteren sind zusammengeflossen und umgeben die außer Verband getretenen Sporenmutterzellen, *K* in *B*, *C* und *D* Zellkerne der Tapetenzellen. *C* die Tetraëderbildung, *T* die Tetraden. *D* ein aus dem Makrosporangium herauspräparierter Plasmaballen eines älteren Entwickelungsstadiums mit den in 2 Reihen angeordneten Zellkernen der Tapetenzellen, in der Mitte die von einem hellen Hofe umgebene junge Makrospore (*ma*), an der Peripherie die nicht zur weiteren Entwickelung gelangenden Sporen, resp. Tetraden (*sp*). *E* eine noch weiter entwickelte Makrospore (*ma*) in dem einschichtigen Sporangium; *pl* das Episporium. Etwa 400mal vergr. (*A*—*D* nach Heinricher, *E* nach Jurányi.)

Verholzen ist eine rotbraune Färbung der Zellmembranen verbunden, es erscheint daher die ganze obere Kapselhälfte in dieser Färbung.

Bei *Salvinia* füllt die Makrospore nunmehr mit der Plasmahülle zusammen fast das ganze Sporangium aus, und die Membran der Spore beginnt sich zu verdicken und einen hellgelblichen Ton anzunehmen; es ist dies das Exosporium. Unmittelbar darauf erfolgt auch die Bildung des Endospors, indem sich das Protoplasma fest und ziemlich gleichmäßig um die Makrospore lagert. Durch die Vergrößerung der Oberfläche derselben werden aber die Kerne der Tapetenzellen, welche auch später noch in dem Episporium erhalten bleiben, weiter auseinander gerückt; in dem Endospor treten schließlich zahlreiche Vacuolen auf. Am Scheitel der Makrospore bildet dann das Endospor drei getrennte Lappen, zwischen denen bei der Keimung das Prothallium hervortritt.

Die Keimung der Makrosporen und der Embryo. — 1. *Azolla.* Bei der Keimung tritt am Scheitel der Makrospore das Prothallium als chlorophyllreicher meristematischer Gewebekörper hervor, an dessen Meristem die Archegonien in akropetaler Reihenfolge ihre Entstehung nehmen. Der Archegoniumbauch wird — wie bei den Eufilicineen — von dem Prothallium gebildet, die Embryonalzelle ist also vollständig in das Prothallium eingesenkt; der Archegoniumhals ist aber kurz und tritt nur mit einer Zellenlage, also nur wenig über die Oberfläche des Prothalliums hervor. Die Makrosporen keimen unter Wasser, nicht schwimmend, sondern steigen erst später empor. Beim Beginn der Keimung erfahren zuerst die mehr oder weniger birnförmigen Schwimmkörper eine beträchtliche Volumenzunahme und zerreißen dadurch das Indusium in eine obere und untere Hälfte. Die letztere wird sehr bald abgeworfen, die obere Hälfte dagegen, welche den Schwimmapparat bedeckt, bildet einen bräunlichen, kegelförmigen Deckel (Fig. 217, *in*). Derselbe wird dadurch, dass die Schwimmkörper sich auseinanderspreizen, gehoben. Der Restteil der nicht desorganisierten Sporangienwand, welcher bisher den Schwimmapparat wie ein Schirm bedeckte, wird infolge dessen umgestülpt (Fig. 215). Da er nur an der Basis mit dem Deckel vereinigt ist, wird die äußere, also auch obere Seite des Schirmes derart nach innen gekehrt, dass derselbe nunmehr einen trichterartigen Anhang an der Spitze der Makrospore bildet (Fig. 215, *sp*).

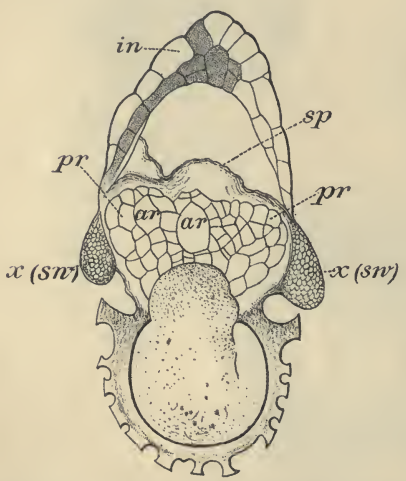


Fig. 217. Prothallium von *Azolla filiculoides* Lam. Das Prothallium (*pr*) ist im Zusammenhange mit der Makrospore; *in* das Indusium; *sp* der Restteil der Sporangiumwand; *x(sw)* die Schwimmkörper, welche durch das Wachstum des Prothalliums auseinander getrieben sind; *ar* Archegonien. 100 mal vergr. (Nach Campbell.)

Im Inneren der Makrospore beobachtet man nun am Scheitel derselben die Prothalliummutterzelle als linsenförmige Zelle, welche zuerst durch eine Antikline in zwei Zellen von ungleicher Größe geteilt wird; auch die kleinere dieser beiden Zellen vermag, wenn auch später als das übrige Prothallium Archegonien hervorzubringen (bei *Salvinia* bleibt diese Zelle steril). Mit den folgenden Teilungsvorgängen wird durch eine Perikline die größere der beiden ersten Prothalliumzellen in zwei annähernd gleich große Zellen geteilt. Die obere derselben wird zur Mutterzelle des ersten Archegoniums und ist bereits substantiell ausgezeichnet. Bevor jedoch eine weitere Entwickelung derselben beobachtet wird, finden im Prothallium mehrfache Teilungsvorgänge durch Bildung von Antiklinen statt. Alsdann erst wird die Archegoniummutterzelle durch eine Perikline in eine obere Zelle, aus welcher die Halskanalzellen hervorgehen, und eine untere Zelle geteilt; aus der letzteren entsteht die Centralzelle, welche später in die Bauchkanalzelle und die Embryonalzelle zerfällt. Eine Basalzelle des Archegoniums wird nicht gebildet. Nach der Entwickelung des Archegoniums findet ein beträchtliches Wachstum des Prothalliums statt, welches alsdann aus der in drei Lappen geteilten Sporenhülle hervortritt. Wird das Archegonium nicht befruchtet, so entstehen in mehr oder weniger regelmäßiger Aufeinanderfolge mehrere Archegonien (Fig. 217).

Embryo. Aus der epibasalen Embryohälfte, deren Orientierung durch die zur Achse des Archegoniumhalses annähernd senkrecht verlaufende Basalwand gegeben ist, geht der Cotyledo (das Schildchen), sowie die Stammknospe hervor; die zweite Blattanlage erfolgt nach Campbell erst aus dem ersten Segment der Scheitelzelle des Stammes (also wie bei *Salvinia*), und jedes folgende Segment giebt einem weiteren Blatte die Entstehung. Von den Oktanten der hypobasalen Embryohälfte werden 3 für die Bildung des Fußes und nur einer für diejenige der ersten

Wurzel verwendet, welche daher anfangs etwas von dem Fuße eingehüllt wird. In dem Wurzeloktanten treten sofort die Teilungen der Wurzelscheitelzelle ein, namentlich wird auch durch das Auftreten einer Perikline eine den Kappenzellen ähnliche Zelle abgeschnitten, dieselbe wird aber nicht zu einer Wurzelhaube, wie bei den Wurzeln der erwachsenen Pflanze, sondern nur zu einer Wurzelscheide (man vergl. auch S. 388 und Fig. 209). Eine ähnliche Verschiebung der embryonalen Organanlagen wie bei *Salvinia* (man vergl. unten) findet hier im Laufe des weiteren Wachstums nicht statt, da die epibasale Embryohälfte ja durch die oben bezeichnete Lage der Basalwand von Anfang an der Archegonium-Mündung zugekehrt ist. Aber der Cotyledo ist auch hier durch sein anfangs sehr energisches und dadurch die anderen Organe überholendes Wachstum ausgezeichnet, und wird zu einer glocken- oder kapuzenartigen Scheide, welche nur an einer Seite einen schmalen Spalt lässt und die Stammspitze vollständig umgiebt; ihm fällt sehr bald die Aufgabe zu, die Lage des jungen Embryo auf dem Wasser zu fixieren. Infolge dieser Wachstumsvorgänge wird aber auch das Indusium allmählich zur Seite gedrängt, und der Embryo tritt an der Spitze der Makrospore hervor, wobei der etwa 1 mm breite Cotyledo horizontal auf dem Wasser liegt (man vergl. auch Fig. 219). Hierdurch wird eine ganz ähnliche Fixierung auf dem Wasserspiegel erreicht, wie bei *Salvinia*. Mit der weiteren Entwickelung wird allmählich die zweireihige Insertion der Blätter eingeleitet, welche anfangs noch ungeteilt sind. Die bisher horizontal gerichtete Stammknospe nimmt erst später ihre definitive Lage und Form an. Die zweite Wurzel tritt aber bereits an der Basis des ersten Stengelblattes hervor.

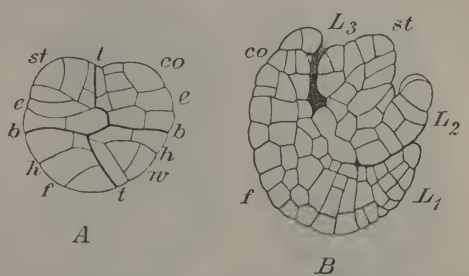


Fig. 218. Junge Embryonen von *Azolla filiculoides* Lam. *A* Seitenansicht; *B* ein etwas älterer Embryo, gegen *A* um ca. 90° gedreht; *b* die Basalwand; *t* die Transversalwand; *st* der Stamm; *co* der Cotyledo; *f* der Fuß; *w* die Wurzel; *c* das epibasale, *h* das hypobasale Glied; L_1, L_2, L_3 die drei ersten Blätter. 350 mal vergr. (Nach Campbell.)

2. *Salvinia*. Die ersten Anzeichen der Keimung und der damit verbundenen Bildung des Prothalliums finden selbst im Glashause erst im Februar statt. Der Ort, an welchem das Prothallium entsteht, wird dagegen schon gegen das Ende der Entwickelung der Makrospore durch einen Zellkern bezeichnet, der an der dem Stiele des Sporangiums abgekehrten Seite der Makrospore auftritt (Fig. 216, *E*). An derselben Stelle sammelte sich während der Entwickelung der Makrospore auch das Plasma als halbmondförmiger Wandbelag an; zur Zeit der Keimung jedoch vermehrt sich dieses Plasma sehr bedeutend und umkleidet sich mit einer Zellmembran, worauf erst durch eine perikline Teilungswand die Mutterzelle des Prothalliums nach dem Scheitel der Spore zu abgeschieden wird und sich bald durch eine Antikline in eine große und eine kleine Zelle teilt, von denen die letztere steril und ameristisch bleibt, aus der ersteren aber im Laufe weiterer Teilungsvorgänge ein Meristem sich entwickelt. Dasselbe wird mit der Zeit in zwei divergierenden Richtungen thätig und entwickelt die Archegonien, während der ameristisch bleibende Teil des Prothalliums sich zu einem mächtigen Höcker ausbildet (Fig. 220, *gr*), so dass das gesamte Prothallium einen ziemlich massigen Gewebekörper darstellt

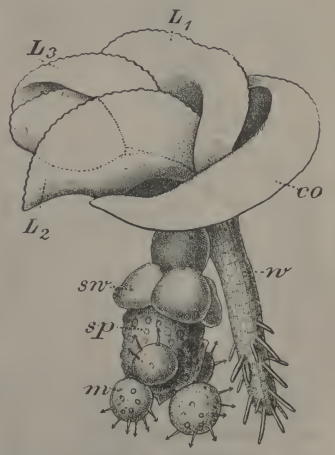


Fig. 219. *Azolla filiculoides* Lam. Junges Pflänzchen, noch in Verbindung mit der Spore. *sp* die Makrospore; *sw* die Schwimmkörper; *m* Massulae; *w* die erste Wurzel; *co* der Cotyledo (Schildchen), welcher hier schon wagerecht liegt, L_1, L_2, L_3 die ersten Blätter. Der Stamm ist von den Blättern umhüllt. 40 mal vergr. Nach Campbell.

(Fig. 220, *I.* und *II.*). Infolge des kräftigen Wachstums desselben weichen die drei Lappen des Epispors am Scheitel der Makrospore auseinander, so dass das Prothallium frei heraustreten kann (Fig. 220).

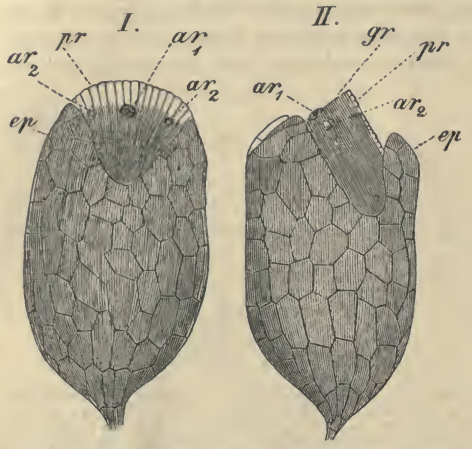


Fig. 220. Keimung der Makrosporen von *Salvinia natans*. *I* Makrospore mit dem eben hervortretenden Prothallium (*pr*), von dem Rücken gesehen, die ersten Archegonien (ar_1, ar_2) sind in dieser Lage sichtbar. *II* Dieselbe Makrospore, um 90° gegen *I* gedreht. Das erste Archegonium mit dem Höcker (*gr*) hinter demselben. 40 mal vergr. (Nach Pringsheim.)

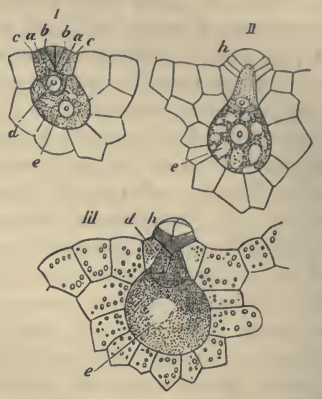


Fig. 221. Archegonienentwickelung von *Salvinia natans* Hoffm. (150 mal vergr.). *I—III* aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien. *a*, *b*, *c* die Teilungen in den Halszellen; *d* die Anlage der Halskanalzelle; *e* die Eizelle, von welcher später (die hier nicht gezeichnete) Bauchkanalzelle abgetrennt wird. — Da die Teilungen der Halszellen (durch die Wände *a*, *b*, *c*) schon zu einer Zeit erfolgen, wo der Hals kaum über das Prothallium hervorgewölbt ist, so erscheinen diese Wände als geneigte. Bei den Eufilicineen erfolgen diese Teilungen der Halszellen erst nach deren Hervorwölbung. (Nach Pringsheim.)

Die Archegonien werden akropetal an dem meristematischen Teile des Prothaliums angelegt, oft zu zwei Seiten des Prothalliums; diese Bilateralität ist jedoch nicht vom Lichte oder irgend welchen äußeren Einflüssen induciert, sondern inhärent. Sobald ein Archegonium befruchtet worden ist, wächst das gesamte Prothallium ameristisch aus und entwickelt flügelartige, an der Makrospore herabhängende Fortsätze (Fig. 223, *B*; bei *pr*), welche für die Herstellung der horizontalen, schwimmenden Lage des in der embryonalen Entwickelung befindlichen Pflänzchens nicht ohne Bedeutung sind. Haarwurzeln werden von dem Prothallium nicht gebildet. Tritt keine Befruchtung ein, so bleibt das Meristem noch einige Zeit gleichmäßig am Rande thätig; aber auch in diesem Falle entwickelt es niemals Haarwurzeln. In der Entwickelung der Archegonien folgt *Salvinia* z. T. dem Typus der Eufilicineen, man vergl. jedoch die Erklärung der Fig. 221. Abweichend von

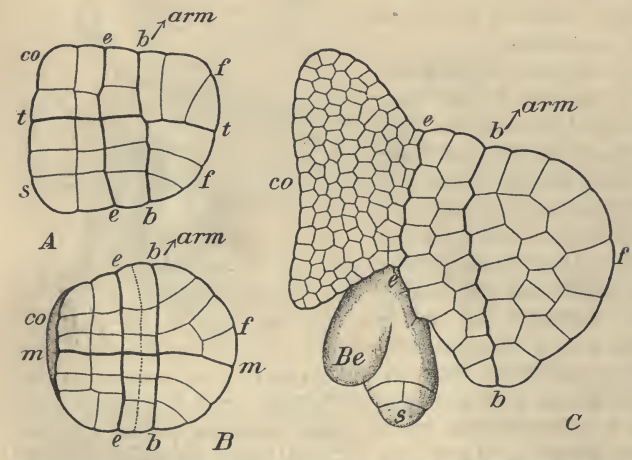


Fig. 222. Entwickelung des Embryo von *Salvinia natans* Hoffm. *A* und *B* junger Embryo; *A* Seitenansicht; *B* Cotyledo und Fuß. Der Pfeil zeigt die Richtung der Archegoniummündung (*arm*); *b* die Basalwand; *t* die Transversalwand; *m* die Medianwand; *e—b* epibasales Glied; *s* Stammscheitel; *co* der Cotyledo; *t* der Fuß; *C* ein älterer Embryo in der Seitenansicht; *Be* das erste Blatt, die übrigen Bezeichnungen wie in *A* und *B*. 350 mal vergr. (Nach Leitgeb.)

den Archegonien der Farne ist auch der Vorgang, der beim Öffnen dieses Organs stattfindet. Infolge der durch die Quellung der Membran der Kanalzellen hervorgerufenen Spannung scheinen die 4 Zellen der Archegoniummündung nicht auseinander getrieben zu werden, sondern diese sowohl, als die mit dem Prothallium nicht verwachsenen Zellen der Halsreihen werden von dem unteren Teile des Archegoniums weggerissen und gänzlich abgeworfen.

Embryo. Bei der Entwickelung des Embryo, welche bis zur Oktantenbildung in gleicher Weise wie bei den Polypodiaceen vor sich geht, unterbleibt die Differenzierung der Wurzel, und der Fuß gelangt in der hypobasalen Hälfte allein zur Ausbildung. Derselbe ist der Archegoniummündung zugekehrt (Fig. 222). Infolge der etwas schief gegen die Archegoniumachse verlaufenden Basalwand ist die epibasale Embryohälfte der Art orientiert, dass der den Stamm bildende Oktant dem Grunde des Archegoniums zugekehrt ist, die den Cotyledo bildenden Oktanten dagegen abgewendet sind. Auch hier überwiegt das Wachstum des Cotyledo das des Stammoktanten sehr bedeutend, so dass derselbe nur wie ein Anhangsgebilde erscheint und von dem Cotyledo auch völlig bedeckt wird. Infolge dieses intensiven Wachstums des Cotyledo wird die Archegoniumhülle zersprengt, wobei die Archegoniummündung seitlich neben dem Fuß zu liegen kommt. Durch eine nun erst eintretende Streckung des epibasalen Gliedes jedoch, dessen Wachstum von der dem Stammscheitel zugekehrten Seite um vieles beträchtlicher ist, als an der entgegengesetzten Seite, wird der Stammscheitel allmählich nach oben gewendet, so dass er nun eine Lage einnimmt, welche gegen die ursprüngliche nahezu um 180° verschieden ist. Das epibasale Glied wächst dabei zu dem sog. »Stielchen« (Fig. 223, *a*) aus, der Cotyledo zu dem dreizipfligen »Schildchen« (Fig. 223; *B*, *b*). Während nun die gesamte hypobasale Embryohälfte in der Bildung des Fußes aufgegangen ist (Fig. 222, *C*), vollzieht sich die Differenzierung der epibasalen Hälfte zum Teil in gleicher Weise wie bei den homosporen Leptosporangiaten; der vierte Oktant aber, der Nachbaroktant des Stammoktanten, giebt nicht einem zweiten Cotyledo seine Entstehung, sondern bleibt in seinem Wachstum gegen den Stammoktanten erheblich zurück. Die Teilungen werden dabei unregelmäßig, und aus den peripherischen Zellen sprossen endlich Haare hervor, welche später auch an anderen Stellen des sich entwickelnden Stammes beobachtet werden (man vergl. auch bei *Ceratopteris*). Der Scheitel des Stammes wird anfangs von einer dreiseitigen Kugelpyramide eingenommen, welche die Scheitelzelle des Stammscheitels darstellt, aber nach der dritten oder vierten Teilung durch das Ausbleiben einer Antikline in eine zweiseitige Scheitelzelle übergeführt wird. Die dadurch entstandene zweiflächig zugeschärfte Scheitelzelle besitzt gleich von Anfang an in ihren Segmenten deutlich dieselbe Orientierung, wie an der erwachsenen Pflanze.

Fig. 223. Keimung der *Salvinia natans* Hoffm. *A* Längsschnitt durch Makrospore, Prothallium und Embryo in der Mittellinie des Prothalliums geführt (ungefähr 70 mal vergr.); *a* Sporangiumwand; *b* Episporium; *c* Sporenhaut; *e* deren Fortsetzung; *d* das Diaphragma, welches das Prothallium vom Sporenraum trennt; *pr* Prothallium, bereits vom Embryo durchbrochen; *m* die Mündung des Archegoniums; *I*, *II* die beiden ersten Blätter desselben; *v* dessen Stammscheitel; *s* das Schildchen (Cotyledo). *B* eine ältere Keimpflanze mit der Spore *sp*, dem Prothallium *pr* (20 mal vergr.): *a* das Stielchen, *b* das Schildchen; *I*, *II* erstes und zweites einzelnes Blatt; *L*, L_1 Luftblätter des ersten Quirls; *w* dessen Wasserblatt. (Nach Pringsheim.)

Das durch seine äußere Form und den Luftgehalt ausgezeichnete Schildchen dient dazu, die Lage der Keimpflanze auf dem Wasserspiegel zu fixieren (man vergl. bei *Azolla*) und dadurch die ungestörte Weiterentwickelung der Stammknospe zu ermöglichen. Die Makrospore, aus welcher die Keimpflanze hervorgeht, schwimmt ursprünglich horizontal; es ist leicht, ihre Lage zu ändern. Dagegen nimmt ein Keimpflänzchen, welches bereits das »Schildchen« entwickelt hat, seine ursprüngliche Lage auf dem Wasserspiegel stets wieder an, wenn man dieselbe verändert hat.

Geographische Verbreitung. Das Centrum der Verbreitung bildet der Tropengürtel, in welchen von 15 Arten (11 *Salvinia*- und 4 *Azolla*-Arten) nur 1 Art, *Salvinia natans* Hoffm. nicht eindringt, wärend 9 *Salvinia*-Arten auf den Tropengürtel beschränkt sind. Auffallend reich an *Salvinia*-Arten ist Madagaskar mit 3 demselben charakteristischen Arten (*S. Hildebrandtii* Bak., *hastata* Desv., *mollis* Mett.), welche außerhalb Madagaskars noch nicht beobachtet worden sind, während auf dem afrikanischen Festlande bis jetzt nur eine Art, *S. nigropunctata* A. Br., aufgefunden worden ist. Das tropische Amerika beherbergt 5 Arten (*S. oblongifolia* Mart., *Radula* Bak., *minima* Bak., *Sprucei* Kuhn, *auriculata* Aubl.), von denen nur die letztere über den Wendekreis bis Paraguay vordringt.

Die Gattung *Azolla* ist in Amerika verbreitet (*A. filiculoides* Lam. und *A. caroliniana* Willd.), *A. filiculoides* Lam. von den Vereinigten Staaten bis nach Patagonien; in Australien und den benachbarten Inselgruppen ist *A. filiculoides* Lam., var. *rubra* Bak. und *A. pinnata* R. Br. Letztere Art findet sich auch in Central- und Südafrika und auf Madagaskar, sowie im Monsungebiete, von wo sie bis Japan vordringt, während *A. nilotica* Decsne. nur auf Ostafrika beschränkt ist. Im Mittelmeergebiete, in ganz Europa, sowie in Nord- und Westasien fehlt dagegen diese Gattung vollständig.

Einteilung der Familie.

Vegetationskegel stark aufwärts gekrümmt. B. alternierend in zwei Reihen auf der Rückenfläche des Stammes, tief zweilappig, auf der Innenseite des oberen Lappens eigenartige Höhlungen mit Nostoc-Schnüren. Mit Wurzeln. Sori an dem unteren Lappen des ersten Blattes eines Seitenzweiges, das Epispor der Mikrosporen in mehrere getrennte Ballen, Massulae, zerfallend, von denen ein jeder 4—8 Mikrosporen umhüllt. In dem weiblichen Sorus nur ein Makrosporangium. Makrosporangiumwand zum größten Teile desorganisiert, nur ein kleiner, schirmartiger Teil am Scheitel der Spore erhalten. Das Epispor der Makrosporen sehr compliciert, namentlich am Scheitel durch die Bildung eines aus birnförmigen Plasmakörpern bestehenden Schwimmapparates . . . **1. Azolla.**

Vegetationskegel gerade, nicht oder nur sehr wenig aufwärts gekrümmt. B. in zahlreichen, alternierenden, dreigliedrigen Quirlen mit je 2 von der Rückenfläche entstehenden, ungeteilten Luftblättern und einem büschelartig ausgebildeten, aus dem Ventralteile des Stengels hervorgehenden Wasserblatte. Luftblätter in 4, Wasserblätter in 2 alternierenden Reihen am Stengel. B. stets ohne Nostoc-Colonien. Ohne Wurzeln. Sori an dem basalen Teile des Wasserblattes. Sämtliche Mikrosporen in ein gemeinsames, nicht in einzelne Ballen zerfallendes Epispor eingebettet. In dem weiblichen Sorus mehrere Makrosporangien. Makrosporangiumwand vollständig erhalten. Das Epispor der Makrospore auf dem Scheitel derselben nur 3 kleine getrennte Lappen bildend, sonst nicht weiter differenziert. **2. Salvinia.**

1. **Azolla** Lam. Zarte, Iungermannien-ähnliche, auf dem Wasser horizontal schwimmende Pflänzchen. Vegetationskegel mit zweiflächig zugeschärfter Scheitelzelle, stark aufwärts gekrümmt, so dass am Ende desselben der ursprüngliche Ventralteil zur Oberseite, der Dorsalteil zur Unterseite wird. Stamm nur von einem axilen, einem Farnbündel der einfachsten Art zu vergleichenden Strange durchzogen, an denselben die Bündel der Blätter, der Seitenknospen und der Wurzeln ansetzend. Blätter alternierend in zwei geraden, genäherten Reihen auf der Rückenfläche des Stammes, tief zweilappig. Lappen ungleich entwickelt, der obere auf dem Wasser schwimmend, mit einer eigenartigen, Nostoc-Schnüre enthaltenden Höhlung auf seiner Innenseite, der unter Lappen unterge-

taucht. Die oberen Lappen der benachbarten Blätter sich derart dachziegelartig deckend, dass die Rückenfläche des Stengels kaum noch sichtbar wird, die unteren Lappen der benachbarten Blätter sich nur wenig an ihrer Basis deckend, die Bauchfläche des Stengels daher mehr oder weniger unbedeckt. Verzweigungen des Stengels zahlreich, nur auf der Entwickelung der Seitenknospen beruhend, letztere von dem Ventralteile des Stengels in zwei alternierenden Reihen entspringend. — Wurzeln zahlreich, ebenfalls aus dem Ventralteile des Stammes hervorgehend, einzeln oder in Büscheln von 6—20 vereinigt. — Sorus eine einfächrige Kapsel (Sporenfrucht oder Sporocarp), deren Wand von einem aus zwei Zellenschichten bestehenden Indusium gebildet wird. Sori zu zwei oder vier an dem unteren Lappen des ersten Blattes eines Seitenzweiges, männlich oder weiblich, d. h. entweder nur Mikrosporangien oder nur Makrosporangien enthaltend. In den Mikrosporangien mehrere Mikrosporen, in den Makrosporangien stets nur eine Makrospore.

In einem männlichen Sorus zahlreiche Mikrosporangien an je einem langen, aus zwei Zellenreihen bestehenden Stiele, welcher von einer weit in das Innere des Sorus hineinreichenden Columella entspringt. Mikrosporen in einem als Zwischenmasse erscheinenden, vacuolenhaltigen Episporium eingebettet, welches in 2 oder mehrere, 4—8 Mikrosporen enthaltende Ballen, die sog. Massulae, zerfällt. In dem weiblichen Sorus nur ein terminales Makrosporangium, dessen Wand zum größten Teil im Laufe der Entwickelung resorbiert wird, so dass die reife Makrospore einen Teil der Indusiumhöhlung direct ausfüllt. Episporium (der Makrospore) compliziert gebaut; in dem unteren Teile eine der Sporenwand anliegende, feiner oder gröber granulierte, auch gefelderte, mit Fäden, Warzen oder unregelmäßigen Höckern besetzte Hülle, im oberen Teile aber einen eigentümlichen, aus 3 oder 3×3 birnförmigen Körpern aufgebauten, mit Luft sich füllenden Schwimmapparat bildend; letzterer mit einer schirmartigen Bedeckung durch den nicht desorganisierten Restteil der Sporangiumwand. Die Anlage des Antheridiums nur in der mittleren Zelle des fadenförmigen, männlichen Prothalliums. Das weibliche Prothallium entwickelt kein Meristem, das erste Archegonium wird schon früh angelegt, wenn das Prothallium erst 4-zellig ist. Weitere Archegonien entstehen nur, wenn das erste nicht befruchtet ist. Über den Embryo vergl. man S. 397. — (Der folgenden Einteilung ist die Arbeit von Strasburger über *Azolla* zu Grunde gelegt). — 4 Arten.

Sect. 1. *Euazolla* (*Azolla* Meyen). Drei Schwimmkörper an der Makrospore. Massulae mit Glochiden. Seitenknospen scheinbar axillär, weniger zahlreich als die Blätter. — 1. *A. filiculoides* Lam. Die Haare auf dem oberen Blattlappen einzellig, mit breiter Basis inseriert. Verzweigung meist racemös. In Amerika: Californien, Neu-Granada, Peru, Bolivia, Chile, Brasilien, Patagonien. Hierher var. *rubra* (Bak. als Art) mit am Scheitel septierten Glochiden. In Australien, Neuseeland, Tasmanien. 2. *A. caroliniana* Willd. Mit zweizelligen Haaren auf dem oberen Blattlappen. Verzweigung wiederholt pseudo-dichotom. In Amerika: Vereinigte Staaten, Mexiko, Antillen. Venezuela, Guyana, Brasilien. Neuerdings an einigen Orten Südeuropas verwildert.

Sect. 2. *Rhizosperma* Meyen. Dreimal drei Schwimmkörper an der Makrospore. Massulae ohne Glochiden. Seitenknospen deutlich extraaxillär, den Blättern an Zahl gleich. 3. *A. pinnata* R. Br. Sori zu zwei. Am Grunde der Zweige keine Seitenknospen. Wurzeln einzeln. In Australien, Neucaledonien, Ostindien, Ceylon, Java, Japan, Madagaskar, Natal, Cap, Angola, Guinea. 4. *A. nilotica* Decne. (Fig. 206). Sori zu vier. Seitenknospen am ganzen Sprosse. Wurzeln in Büscheln. Afrika: Im weißen Nil, an der Mündung des Sobat, am Gonskoro, Bahr el Abbiad.

Salvinia L. Kleine auf dem Wasser horizontal schwimmende Pflanzen. Vegetationskegel mit zweiflächig zugeschärfter Scheitelzelle, am Ende nur wenig aufwärts gekrümmt, fast gestreckt bleibend. Bau des Stammes im wesentlichen ähnlich dem von *Azolla*. Blätter in zahlreichen, dreigliedrigen, alternierenden Quirlen, je zwei Blätter (Luftblätter) eines Quirls von dem Dorsalteile des Stengels, das dritte (Wasserblatt) von dem Ventralteile des Stengels hervorgehend. Luftblätter mit deutlich ausgebildeten, ungeteilten Spreiten, mit der Unterseite das Wasser berührend; das Wasserblatt dagegen ohne Spreitenentwickelung, zu einem Büschel langer, ins Wasser herab-

hängender Organe ausgebildet. Die 3-gliedrigen, alternierenden Quirle bilden auf dem Stengel 4 gerade Reihen Luftblätter und 2 Reihen Wasserblätter. Verzweigungen des Stengels allein auf der Bildung von Seitenknospen beruhend, letztere aus dem Ventralteile des Stammes hervorgehend, und zwar von jeder Knotenscheibe oberhalb des Wasserblattes, in dem Raume zwischen diesem und dem Luftblatte. — Ohne Wurzeln. — Sorus eine einfächrige Kapsel (Sporenfrucht oder Sporocarp), deren Wand von einem aus zwei Zellschichten bestehenden Indusium gebildet wird. Sori zu zwei oder mehreren an den basalen Zipfeln der Wasserblätter; männlich oder weiblich, d. h. entweder nur Mikrosporangien oder nur Makrosporangien enthaltend. In einem männlichen Sorus zahlreiche Mikrosporangien an langen, aus einer Zellreihe bestehenden Stielen, welche von der weit in das Innere des Sorus hineinreichenden Columella entspringen. Sämtliche Mikrosporen in einem gemeinsamen vacuolenhaltigen, als Zwischenmasse erscheinenden Episporium eingebettet.

In dem weiblichen Sorus mehrere kurzgestielte Makrosporangien mit je einer Makrospore, letztere von einem vacuolenhaltigen Episporium umgeben, welches am Scheitel drei getrennte Lappen bildet, zwischen denen bei der Keimung das Prothallium hervortritt. Die Anlage von Antheridien erfolgt in der mittleren und oberen Zelle des fadenförmigen männlichen Prothalliums. Das weibliche Prothallium entwickelt ein Meristem, an welchem die Archegonien in akropetaler Folge angelegt werden.

Da die Sporocarpe mehrerer tropischer Arten unbekannt sind, musste die Einteilung sich auf die Merkmale der vegetativen Organe beschränken, sie ist daher nur als eine vorläufige zu betrachten. — 11 Arten.

Sect. 1. B. drei- bis viermal so lang als breit: 1. *S. oblongifolia* Mart., im tropischen Brasilien.

Sect. 2. B. annähernd doppelt so lang als breit. — **A.** Oberseite behaart. — **Aa.** Mit zu Büscheln geordneten Haarreihen: 2. *S. natans* Hoffm., in temperierten Gegenden der nördlichen Hemisphäre der alten Welt. — **Ab.** Haare nicht in Büscheln, sondern über die ganze Oberfläche zerstreut. — **Abα.** B. sitzend: 3. *S. Hildebrandtii* Bak. in Madagaskar. — **Abβ.** B. kurzgestielt: 4. *S. hastata* Desv., in Madagaskar. — **Abγ.** B. gestielt: 5. *S. mollis* Mett., in Madagaskar. — **B.** Oberseite mit schwarzen Punkten: 6. *S. nigropunctata* A. Br., im trop. Westafrika (Nigergebiet).

Sect. 3. B. rund oder fast rund. — **A.** B. deutlich gestielt, an der Basis herzförmig: 7. *S. auriculata* Aubl., in Amerika, von Cuba bis Paraguay. B. *S. Radula* Bak., im nördlichen Brasilien und Brit. Guyana; bedeutend kleiner als Nr. 7. — **B.** B. fast sitzend: 9. *S. minima* Bak., in Südbrasilien (St. Catharina).

Sect. 4. B. breiter als lang, durch den nach oben umgebogenen Rand tutenförmig. — **A.** B. glatt, kurz, aber deutlich gestielt: 10. *S. Sprucei* Kuhn im Gebiet des Amazonenstromes. — **B.** B. oben mit kleinen Papillen, sitzend: 11. *S. cucullata* Roxb. in Ostindien.

Fossile Salviniaceae.

Die Gattung *Azolla* scheint im Tertiär vorzukommen (*Azollophyllum primaevum* W. Daws. aus British-Columbien). Außerordentlich ähnlich den Massulae von *Azolla* — worauf Strasburger und Solms aufmerksam gemacht haben — sind die unter dem Namen *Sporocarpon* Will. und *Traquairia* Carr. beschriebenen kleinen Gebilde aus dem Ober-Carbon Englands.

Fossil ist die Gattung *Salvinia* sicher seit dem Unter-Oligocän Sachsens bekannt; auch im Miocän Centraleuropas kommen einige Arten (*S. cordata* Ett. bei Bilin in Böhmen, *S. formosa* Heer bei Öningen) vor. Die Luftblätter der fossilen Arten sind meist größer als die der jetzt in Europa heimischen *Salvinia natans*, wodurch die ersteren mehr an die recenten tropischen und subtropischen Arten erinnern.

Über die eventuelle Verwandtschaft der *Salviniaceae* mit den *Sphenophyllaceae* vergl. bei dieser Familie. H. Potonié.

Marsiliaceae

von

R. Sadebeck.

Mit 40 Einzelbildern in 12 Figuren.

Vegetationsorgane. Der Vegetationskegel des Stammes und die Anlage und Anordnung der seitlichen Organe. — Bei den Marsiliaceen tritt die Dorsiventralität des Stammes in gleicher Schärfe wie bei *Azolla* hervor, indem auch hier auf dem Dorsalteile des stets horizontal wachsenden Stammes die Blätter in zwei alternierenden Reihe sich stellen, und die Wurzeln, ebenfalls in zwei Reihen, von dem Ventralteile des Stammes entspringen. Auch die Seitenknospen, von denen unter jedem Blatte je eine entsteht, werden in ganz ähnlicher Weise wie bei *Azolla*, an dem Ventralteile des Vegetationskegels angelegt. Trotz dieser großen Übereinstimmung finden wir aber hier an der Spitze des Vegetationskegels keine zweiflächig zugeschärfte Scheitelzelle wie bei den Salviniaceen, sondern eine dreiflächig zugespitzte, tetraëdrische Scheitelzelle, und auch die Anlage der Blätter erfolgt nicht aus halben Segmenten der Scheitelzelle (wie bei den Salviniaceen), sondern aus ganzen Segmenten. Die Orientierung der Scheitelzelle ist an dem horizontal wachsenden Stamme die, dass zwei ihrer Seitenflächen seitlich und zugleich etwas geneigt nach oben gewendet sind, die dritte annähernd horizontal nach unten gestellt ist. Die Stammknospe erzeugt somit fortdauernd an ihrer Spitze dreigliederige Cyklen von Segmenten, die zwei dorsale und eine ventrale Reihe bilden. Aus jenen (aus den beiden oberen Segmenten) entstehen von Zeit zu Zeit (bei noch nicht ermitteltem Zahlenverhältnis der Internodialzellen) die alternierend zweireihig gestellten Blätter, während die ventrale Reihe (die untere Segmentreihe) nur Internodialzellen und sodann aus diesen die Wurzelanfänge liefert.

Wieviele solcher Internodialzellen entstehen, ehe auf ein gegebenes Blatt das nächste folgt, ist kaum festzustellen, da die Zahl der Zwischenzellen gemäß der temporären Üppigkeit des Wachstums eine veränderliche ist. Die Zahl der Anlagen neuer Blätter wird von derjenigen neuer Wurzeln bedeutend überholt, und zwar schon bei ganz jungen Pflanzen. Die zweite Wurzel tritt an dem Stamme so auf, dass sie in ihrer Richtung derjenigen des ersten Blattes (des Cotyledo) fast entgegengesetzt und nahe unter der Basis des dritten Blattes hervortritt. Ähnlich erscheinen die folgenden Wurzeln im Verhältnis zu den späteren Blättern, alsdann jedoch weniger regelmäßig, weil oft Adventivwurzeln zwischen den älteren normalen Wurzeln auftreten.

Bau des Stengels. — Der Stamm wird von einem axilen hohlcylindrischen Leitbündel durchzogen, welches von einem centralen Markparenchym oder einem, oft Stärke führenden, zugfesten, centralen Stereomstrange durch eine Endodermis, die innere Endodermis, getrennt ist. Auch nach der Peripherie zu ist das Leitbündel durch eine Endodermis, die äußere Endodermis, von dem dasselbe umgebenden Rindenparenchym abgeschieden. Bei *Marsilia quadrifolia* wird das Centrum des Stammes von einem zugfesten Stereom gebildet, welches von der inneren Endodermis umgeben wird; an dieselbe grenzt ganz direkt das hohlcylindrische Bündel, welches in folgender eigenartiger Weise gebaut ist. Das Hydrom bildet einen Hohlcylinder, an welchem sowohl nach innen, als nach außen Leptom und Amylom gelagert ist; in dem Leptom fand Russow Siebröhren. Das Amylom bildet an dem hohlcylindrischen Hydrom einen äußeren und einen inneren Hohlcylinder, in dessen Wandung wiederum das Leptom und das Protoleptom einen, wenn auch unterbrochenen Hohlcylinder darstellt. Die äußere Endodermis wird umgeben von dem inneren Rindenparenchym, einem mächtigen Stärke-Speichersystem, welches zahlreiche, längsverlaufende, gerbstoffführende Zellenzüge enthält. Das äußere Rindenparenchym ist verkorkt und führt ein mächtiges, aus großen intercellularen Kammern bestehendes Durchlüftungssystem. Der innere Bau des Stammes der *Pilularia*-Arten ist kaum

von demjenigen eines schmächtigen Exemplares von *Marsilia quadrifolia* zu unterscheiden, das axile Mark, bez. Stereom ist bis auf wenige Zellen reduziert.

Die Entwickelung des Blattes. — Das Blatt von *Pilularia*, welches keine Spreite entwickelt, ist ebenso, wie dasjenige von *Marsilia*, welches durch die deutlich vierteilige Spreite ausgezeichnet ist, seiner Anlage nach auf eine zweiflächig zugeschärfte Scheitelzelle zurückzuführen. Die Spreitenentwickelung von *Marsilia* nimmt z. T. denselben Gang wie bei den Polypodiaceen, es kann daher, da auch die Differenzierung des Blattnerven übereinstimmt, auf die Entwickelung des Eufilicineenblattes (S. 53) verwiesen werden.

Bei der Anzucht aus Sporen hat sich jedoch herausgestellt, dass die *Marsilia*-Arten 4 verschiedene Abstufungen grüner, laubartiger Blätter besitzen, nämlich 1) ein Keimblatt (Cotyledo); 2) untergetauchte Primordialblätter, welche nur eine einfache Spreite entwickeln und auf der Oberseite derselben Spaltöffnungen besitzen; 3) Schwimmblätter, deren Spreite sich auf der Oberfläche des Wassers ausbreitet und ebenfalls nur auf der Oberseite Spaltöffnungen entwickelt; 4) Luft- oder Landblätter, welche sich außerhalb des Wassers entwickeln, auf der Ober- und Unterseite Spaltöffnungen besitzen und in der Regel allein fertil werden können. Von der höchsten Stufe sinkt die Blattbildung unter Umständen zur dritten, ja sogar zur zweiten herab, um sich alsdann wieder von neuem zu erheben. Die Schwimmblätter sind vor den einfachen Primordialblättern durch lange, dünne Stiele und in der Jugend eingerollte Spitzen ausgezeichnet. Bei niedrigem Wasserstande wachsen sie anfangs 8—12 cm hoch über das Wasser empor, aber bald sinken die schlanken Stiele, indem sie sich bogenartig rückwärts krümmen, wieder, so dass die sich entfaltenden Spreiten den Wasserspiegel gewinnen. Auch die auf der Unterseite der Spreite befindlichen goldbraun gefärbten Interstitialstreifen sind als eine Eigentümlichkeit der Schwimmblätter anzusehen; sie haben ihren Sitz in der Oberhaut des Blattes, deren Zellen sich an diesen Stellen durch eine mehr oder weniger intensiv goldbraune Färbung der etwas verdickten Wand vor den farblosen Zellen der Umgebung auszeichnen und keine Spaltöffnungen besitzen.

Auch bei den Landblättern, welche vierteilig sind, finden sich deutliche Interstitialstreifen; dieselben sind jedoch nicht goldbraun gefärbt wie die der Schwimmblätter und haben ihren Sitz nicht in den Oberhautzellen der Unterseite, sondern im Mittelgewebe des Blattes, wo sie durch langgestreckte, ziemlich dickwandige Sklerenchymzellen von glasartigem Aussehen und eigentümlichem Glanze erzeugt werden. Die Spreite der Landblätter ist in der Regel etwas kleiner als die der Schwimmblätter, die Stiele dagegen sind starrer und von festerem Bau als die der Schwimmblätter und somit geeignet, sich aufrecht zu erhalten und die Lamina frei empor zu tragen.

Eine weitere Eigentümlichkeit der Landblätter ist der periodische Schlaf derselben, während dessen die Blätter sich wieder zusammenlegen, indem sie in die Knospenlage zurückkehren; die Dauer des Schlafes scheint eine ziemlich konstante zu sein, so dass die Arten, welche die Blättchen am Morgen am frühesten entfalten, dieselben am Abend auch wieder am frühesten zusammen legen.

Manche *Marsilia*-Arten, wie z. B. *M. hirsuta* und *vestita*, entwickeln unvollkommene Schwimmblätter, denen auch die Interstitialstreifung abgeht. Unter den *Marsilia*-Arten dagegen, welchen vollkommene Schwimmblätter zukommen, bringen manche dieselben auch noch in späterer Lebenszeit bei Überflutung hervor. Als Beispiel für die Schnelligkeit, mit welcher die Umwandlung der Landform in die Wasserform vor sich geht, teilt Braun folgende Beobachtung mit. Am 7. August wurde ein Rasen von *M. pubescens* etwa 20 cm unter Wasser gesetzt; schon am 20. August hatten sich 10 cm lange, strahlig sich ausbreitende Ausläufer gebildet, und es waren über 50 Schwimmblätter, die teils an den Ausläufern, teils mitten aus dem Rasen an der Spitze noch nicht verlängerter Zweige entsprangen, an der Oberfläche angelangt, wo sie die von 20 cm langen schwankenden Stielen getragenen Spreiten ausgebreitet hatten. Die Luftblätter waren in der Tiefe unverändert geblieben und starben in der Folge nach und nach ab.

Die einzige in Deutschland einheimische Art, *M. quadrifolia*, bedarf einer jährlich wiederkehrenden Wasserbedeckung, wie die fortgesetzte Kultur im Trockenen, welche Sterilität zur Folge hat, beweist. Die australische *M. hirsuta* dagegen vermag eine lange Periode der Dürre, wie sie dem außertropischen australischen Klima eigen ist, lebend zu überdauern. Sie besitzt an den zum Teil unterirdischen und dann sterilen Rhizomen eigentümliche knollenartig anschwellende Achselsprosse, welche sich, wie der Versuch gezeigt hat, bei lange andauernder Trockenheit lebend und entwickelungsfähig erhalten, während alle anderen Teile der Pflanze völlig absterben. Über die Kultur dieser Pflanze schreibt A. Braun, dass eine mit einem dichten Rasen dieser Art erfüllte flache Schale von Ende Oktober bis Anfang Mai des nächsten Jahres, also über 6 Monate lang ohne jede Wasserbenetzung an einem möglichst trockenen Raume aufbewahrt worden und die Pflanze dem Anscheine nach völlig abgestorben war, so dass kaum eine Spur derselben an der Oberfläche der Erde wahrgenommen werden konnte; aber infolge bloßen Begießens, ohne vollständige Wasserbedeckung, entwickelten sich im Laufe des Mai allmählich die unterirdischen Knöllchen, und ein reich fruktificierender Rasen überzog im Laufe des Sommers von neuem die Schüssel. Diese knollenartigen Ruheknospen, welche in ihrem Vaterlande ohne Zweifel während der Dürre des Sommers ihre Ruhezeit antreten, haben die gewöhnliche Stellung der Zweige an der unteren Seite des Blattstielgrundes; die größeren sind fiederartig gelappt und von fast traubigem korallenartigen Ansehen, oberflächlich an die Rhizome von *Corallorhiza* und *Epipogon* erinnernd. Sie sind von fleischiger Consitzenz, mit anliegenden Spreuhaaren bedeckt und zeigen auf der Oberseite zweireihig angeordnete, fest angedrückte, plattkonische Blattrudimente, welche Braun als Niederblätter auffasste. Da unter diesen Blattgebilden an den Seiten der Hauptaxe des Knöllchens Seitenaxen in Form von abgerundeten Höckern hervortreten, an welchen wiederum Niederblattansätze sichtbar sind, so nannte Braun diese Knöllchen zusammengesetzte Niederblattsprosse.

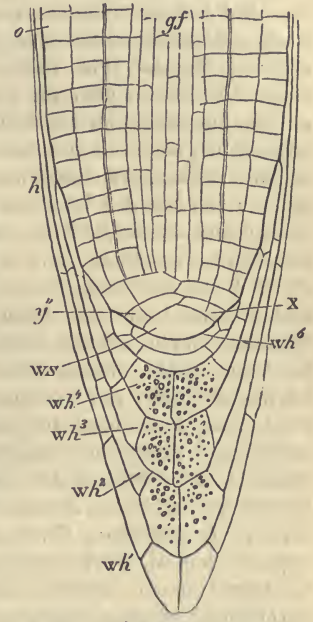


Fig. 224. Längsschnitt einer Wurzel von *Marsilia salvatrix* Hanstein. — *ws* Scheitelzelle; wh^1, wh^2 die erste; wh^3, wh^4 die zweite: wh^6 die dritte Wurzelkappe, jede Kappe ist zweischichtig geworden; *xy''* die jüngsten Segmente des Wurzelkörpers; *o* Epidermis; *gf* Gefäßbündel; *h* die am weitesten zurückreichenden Teile der Wurzelhaube. (Nach Sachs.)

Der Bau des Blattstieles. — Das Bündel des Blattstieles von *Marsilia* bildet einen Centralcylinder mit 2 Hydromplatten, welche in ähnlicher Weise gelagert sind, wie z. B. in den Blattstielen von *Asplenum*. Die Endodermis wird von dem inneren Rindenparenchym umgeben, welches längsverlaufende, gerbstoffführende Zellenzüge enthält, während das äußere Rindenparenchym durch ein Durchlüftungssystem mit großen intercellularen Kammern ausgezeichnet ist, welche nach außen nur durch eine Zellenlage des Rindenparenchyms und die dicht darüber liegende, ebenfalls nur einschichtige Epidermis geschützt sind. Auch das Blatt von *Pilularia* (man vergl. oben) ist im Wesentlichen ziemlich übereinstimmend mit dem Blattstiel von *Marsilia* gebaut.

Die Entwickelung der Wurzel. — Die Entwickelung der Wurzel nimmt keine wesentlichen Abweichungen von dem auf S. 62 beschriebenen allgemeinen Entwickelungsgange, es sei daher auf diesen verwiesen; man vergl. auch Fig. 41 und 224. Bezüglich der Ausbildung des Rindenkörpers aber ist noch hervorzuheben, dass die Epidermis und die äußere Rinde durchaus einschichtig bleiben und letztere selbst bei dicken Wurzeln nur hier und da perikline Teilungen erfährt. In den Zellen der inneren Rinde dagegen finden zahlreiche perikline Teilungen statt, welche in centripetaler Folge vor sich gehen, und es treten bei *Marsilia* zwischen je vier aneinander stoßenden Zellen der

inneren Rinde Intercellulargänge auf, die äußerst regelmäßig in radiale Reihen und concentrische Kreise geordnet sind. Diejenigen des äußersten Kreises (die nach außen von der äußersten Rinde begrenzten) vergrößern sich sehr rasch und vereinigen sich mit denen des nachfolgenden Kreises zu weiten, in radialer Richtung verlängerten Gängen, während die zwischen ihnen liegenden Zellen derselben Rindenschicht meist noch perikline Teilungen erfahren. Die zwischen je zwei benachbarten Luftgängen hierbei gebildeten Scheidewände sind bei etwas älteren Wurzeln leiterförmig durchbrochen, infolge dessen die großen Luftgänge überall in Communication mit einander stehen.

Die Verzweigungen der Wurzeln sind sehr zahlreich und den diarchen Gefäßsträngen entsprechend zweizeilig gestellt; sie werden schon sehr früh angelegt und stehen anfangs sehr dicht gedrängt.

Die Frucht (Sporocarp). — 1. *Marsilia.* Die reifen, mehr oder weniger langgestielten Früchte von *Marsilia*, welche einzeln oder in Mehrzahl von dem Grunde des Stieles eines Landblattes entspringen, sind bohnenförmige, bilateral symmetrisch gebaute, mehrfächerige Kapseln (Fig. 225). Zwei seitlich zusammengedrückte Fruchtklappen sind durch eine Rückennaht und eine Bauchnaht mit einander verbunden; der Fruchtstiel tritt gewöhnlich schief an die Basis der Frucht heran, eine Strecke weit unterscheidbar daran hinlaufend (wodurch bei einer Anzahl von Arten die sog. Raphe gebildet wird), ehe er an der Grenze der Rückenseite der Frucht mit einem vorspringenden Zahne endigt. Dem ersten Zahne folgt meist ein zweiter, welcher die Stelle bezeichnet, vor welcher das Bündel des Stiels sich abwärts biegt und unter einer eigentümlichen Verdoppelung der Pallisadenschicht in das Gewebe der Innenseite der Frucht eintritt. Beide Zähne fehlen meist nur dann, wenn der Fruchtstiel fast senkrecht an die Frucht herantritt und keine Raphe bildet (*M. polycarpa*, *subangulata*, *deflexa*, *mutica*), aber auch bei vorhandener Raphe können beide Zähne oder der eine von beiden unausgebildet, gleichsam verwischt sein. Das erstere ist bei *M. gymnocarpa* und *nubica*, Arten mit sehr langer Raphe, der Fall; nur der untere Zahn ist deutlich bei *M. mexicana*, *Berteroi*, *angustifolia*, nur der obere bei *M. capensis*, *Burchellii*, *quadrata*, *aegyptiaca*, *gibba*, *subterranea*, *biloba*; bei der letztgenannten ist der einzige vorhandene Zahn von bedeutender Länge. Beide Zähne sind zwar deutlich, aber sehr schwach bei *M. macrocarpa*, *rotundata*, *pubescens*, *Ernesti*; stärker und gleichmäßig entwickelt bei *M. quadrifolia*, *diffusa*, *brachycarpa*, *Coromandeliana* und den Verwandten, sowie bei allen Arten der Gruppe von *M. Drummondii*; der untere Zahn ist stärker, stachel- oder hakenförmig verlängert bei *M. villosa*, *uncinata*, *mucronata*, *vestita*, *tenuifolia*; ebenso, aber der Unterschied weniger auffallend bei *M. brachypus*, *gracilenta*, *cornuta*, *crenulata*, *erosa*.

Vom Stiel aus tritt ein Bündel in die Frucht ein, welches unter dem Rücken der Frucht in der weicheren Parenchymschicht innerhalb der harten Schale verläuft und in die beiden Klappen Äste (Seitenadern) entsendet; dieselben laufen nach der Bauchseite herab und gabeln sich, je nach den einzelnen Arten, früher oder später. Sie erreichen die Bauchkante, jedoch ohne sich mit denen der entgegengesetzten Seite zu verbinden. Bei der Mehrzahl der Arten bilden diese Seitenadern in ihrem Verlauf keine Anastomosen; erst dicht an der Bauchkante verbinden sich gewöhnlich die Schenkel der angrenzenden Gabelteile (Fig. 225, *B*). Die Zahl dieser Seitenadern ist bei den einzelnen Arten verschieden, aber ebenso wie die Zahl der Sori innerhalb gewisser Grenzen veränderlich. Sie ist aber stets größer als die der Sori, da die äußersten Seitenadern, sowohl am hinteren, als am vorderen Ende, keine Sori tragen. Die Lage der Sori, welche auf nach innen vorragenden, ausschließlich aus langgestreckten Parenchymzellen gebildeten, zwischen den Schenkeln der gabelteiligen Seitenadern entspringenden Placentarsträngen sitzen, ist auf Fig. 225, *C* angedeutet, wo die Aderung der Frucht von *M. diffusa* im ausgebreiteten Zustande dargestellt ist.

Ein anderes Verhalten zeigt die Aderung der Früchte von *M. polycarpa*, *subangulata* (Fig. 225, *D*) und *deflexa*, denen sich außerdem noch *M. subterranea* anschließt. Die Gabelteile je zweier benachbarter Seitenadern verbinden sich hier nach einem relativ kurzen Verlaufe, so dass eine der Rückenlinie parallele Kette von Anastomosen etwas

über der Mitte der Seitenwand gebildet wird (Fig. 225, *D*). Von jedem der so gebildeten Verbindungsbögen entspringt eine einzige Ader, welche sich geradlinig nach dem Bauchrande hin fortsetzt, daselbst entweder einfach verlöschend (*M. polycarpa*) oder mit dem benachbarten sich verbindend und eine zweite Kette von Anastomosen bildend (*M. subangulata*, Fig. 225, *D* und *M. deflexa*). Es werden auf diese Weise zwei Reihen mit einander abwechselnder Maschen gebildet, von denen die der unteren Reihe die Sori aufnehmen, deren Lage in Fig. 225, *D* angedeutet ist. Diese 3 Arten, denen besonders eine solche Aderung der Frucht zukommt, erweisen sich auch durch ihre sonstigen Eigentümlichkeiten, die starke Auskielung des Blattstieles, die hohe Insertion der

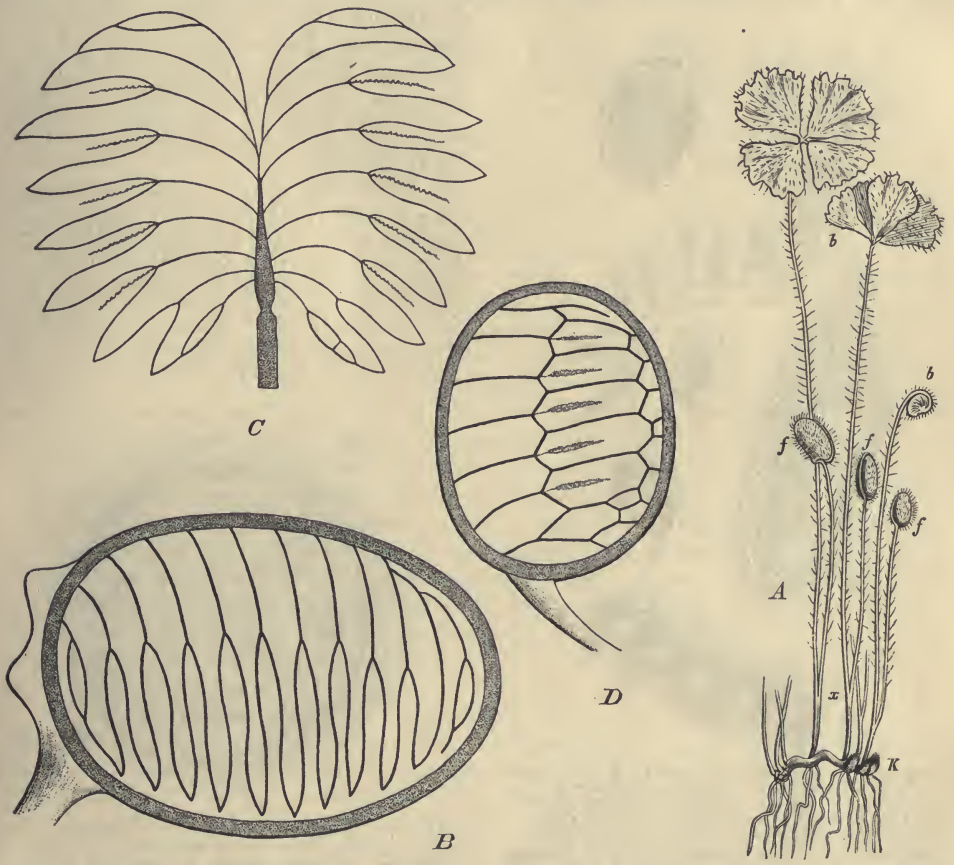


Fig. 225. *A Marsilia salvatrix* Hanstein; vorderer Teil des Stammes in $^1/_2$ der nat. Gr. *K* die Endknospe; *bb* Blätter; *ff* Sporenfrüchte, bei *s* aus dem Blattstiele entspringend. — *B—D* der Verlauf der Seitenadern der Früchte. *B Marsilia quadrifolia* L.. *C M. diffusa* Lepr., die Seitenadern im ausgebreiteten Zustande; *D M. subangulata* A. Br. *B—D* vergr. (*A* nach Sachs; *B—D* nach A. Braun).

Früchte, welche weder Raphe noch Zähne besitzen, als Glieder einer besonderen, scharf abgegrenzten Gruppe; auch die auf das wärmere Amerika beschränkte geographische Verbreitung deutet auf die nahe Stammesverwandtschaft derselben hin. Nur eine Art greift störend in die sonst scharfe Sonderung der beiden durch die Aderung bezeichneten Sectionen ein, nämlich die senegambische *M. subterranea*, welche ähnliche Anastomosen wie *M. polycarpa* zu besitzen scheint, während sie in ihren übrigen Merkmalen sich an die Arten mit getrennten Adern in der Frucht anschließt (A. Braun). Die Aderung der Marsiliaceenfrucht hat eine unverkennbare Ähnlichkeit mit der des *Marsilia*-Blattes; man vergl. die Entwickelungsgeschichte der Frucht (S 409). Die Schale der Frucht ist von

großer Festigkeit und Härte und besteht aus fünf Schichten. Die äußerste derselben, die Epidermis, sowie die unter ihr liegende, aus engen prismatischen Zellen gebildete Schicht, besteht nur aus je einer Zellenlage, jede der übrigen Schichten dagegen aus zwei oder mehr Zellenlagen. Im Inneren der Frucht fällt außer den Sorussäckchen (Fächern) eine der Rücken- und Bauchnaht ringförmig anliegende, knorpelartige Gewebemasse auf, welche an der Rückennaht eine besondere Mächtigkeit besitzt. Die Sporangien eines jeden Sorus nehmen von einer Placenta ihren Ursprung, welche eine dicke Gewebewulst bildet und zwischen den beiden Gabelästen einer Seitenader sich entwickelt. Somit wird auch die Anordnung der Sori bestimmt. (Fig. 228, *G* und *H*). Die Sporangien eines jeden Sorus ragen in die Soralhöhlung hinein und werden von dem Indusium bedeckt, welches dicht an das Indusium des gegenüberliegenden Faches grenzt (Fig. 228, *G*.) Das Nähere bei der unten mitgeteilten Entwickelungsgeschichte des Sporocarps.

Bei der Keimung, welche in Wasser vor sich geht, quillt der knorpelartige Ring bedeutend auf und bewirkt dadurch das allmähliche Auseinanderweichen der drei Stücke der Fruchtwand. Zuerst wird die Bauchnaht zerrissen, der nun bereits zur Gallertmasse aufgequollene Ring tritt an

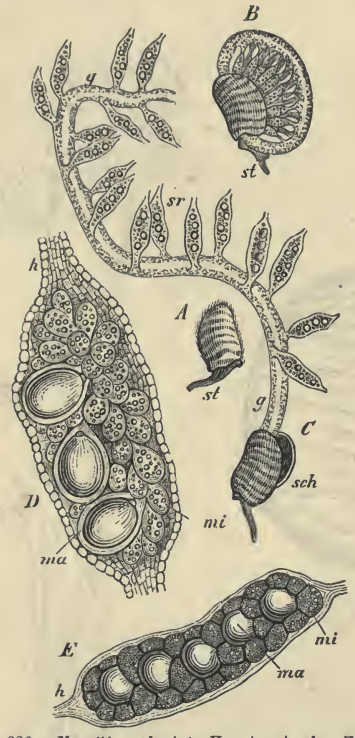


Fig. 226. *Marsilia salvatrix* Hanst. *A* eine Frucht in natürlicher Größe; *st* der obere Teil ihres Stieles. *B* eine im Wasser aufgesprungene Frucht lässt den Gallertring hervortreten. *C* der Gallertring *g* ist zerrissen und ausgestreckt, *sr* die Sorusfächer, *sch* Fruchtschale. *D* ein Säckchen (Fach) mit seinem Sorus und einer unreifen Frucht. *E* ein solches aus einer reifen Frucht. Bei *D* und *E*: *mi* die Mikrosporangien, *ma* die Makrosporangien. *A*—*C* nat. Gr. *D* und *E* etwa 10 mal vergr. (Nach Hanstein.)

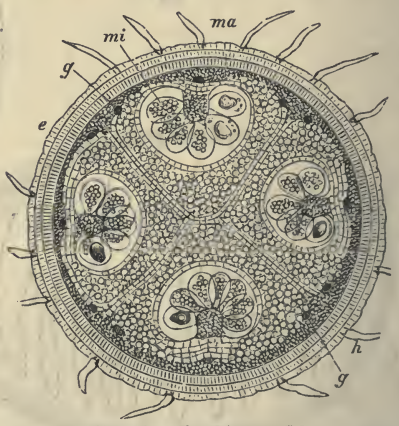


Fig. 227. Vierfächerige Frucht von *Pilularia globulifera* L. mit den 4 Sori; Querschnitt unter der Mitte, wo die Makro- und Mikrosporangien gemengt sind. *ma* Makrosporangien, *mi* Mikrosporangien, *g* Leitbündel, *h* Haare, *e* die Epidermis der Außenfläche. Schwach vergr. (Nach Sachs.

dieser Stelle heraus und zieht die Sori-Paare mit sich. Der aus der zerrissenen Bauchnaht hervortretende Teil des Gallertringes (Fig. 226, *C*) ist dünner, als der der Bauchnath anliegende Teil desselben und zerreißt daher leicht an dieser Stelle. Die ursprünglich ringartige Gallertmasse erhält alsdann eine wurmförmige Gestalt und nimmt infolge weiteren Aufquellens auch an Länge zu. Diese Keimungsvorgänge vollziehen sich meist ziemlich schnell, noch schneller aber, wenn man die harte Schale der reifen Frucht an der Bauchseite etwas verletzt, so dass das Eindringen des Wassers begünstigt wird; alsdann tritt der Gallertring bereits nach einer halben Stunde heraus. Noch mehr beschleunigt wird dieser Vorgang bei Anwendung von Wasser, welches auf 20—25° C. erwärmt ist. In diesem Falle werden die Makrosporen und die Mikrosporen bereits nach

wenigen Stunden frei; die Befruchtung findet dann oft schon nach 12 Stunden statt. Hofmeister hat bereits darauf hingewiesen, dass bei Behandlung mit Alkohol das den Gallertring bildende Zellgewebe deutlich hervortritt. Ganz unzweifelhaft wird jedoch die Cellulosenatur des Gallertringes dargethan bei der Behandlung mit Chlorzinkjodlösung. Das Zellengewebe, welches hier ebenso wie bei der Behandlung mit Alkohol als solches deutlich wird, nimmt nun auch die charakteristische blau-violette Färbung (Cellulosereaktion) an. Bei Zusatz von Jod tritt dagegen keine Blaufärbung (Stärkereaktion) ein, der Gallertring der reifen Frucht enthält also keine Stärke, während Russow eine solche in der in Entwickelung begriffenen Frucht gefunden hat.

2. *Pilularia*. Die Sporenfrüchte der *Pilularia*-Arten entspringen stets einzeln am Grunde eines Blattes, aber extraaxillär. Die reife Frucht (Sporocarp) ist eine kurzgestielte, kugelige, mehrfächerige Kapsel, deren Fruchtschale hart und mehrschichtig ist. Im Inneren der Frucht findet man, je nach den einzelnen Arten, 2, 3 oder 4 getrennte Längsfächer, Soralhöhlungen, welche die Sporangien enthalten. Die Aderung der Frucht weicht von der der *Marsilia*-Frucht (man vergl. S. 407) dadurch wesentlich ab, daß das in die Frucht eintretende Bündel sich sofort in 2 Teile spaltet, welche sich bei mehreren Arten noch einmal gabeln, und jedes dieser Bündel an dem inneren Teile der Fruchtschale von der Basis der Frucht bis zum Scheitel derselben emporsteigt. Aber nicht in einer Gabelteilung der Seitenadern (Bündel), wie bei *Marsilia*, sondern über einer ungeteilten Seitenader erhebt sich die Placenta, welche stets von einem weichen zarten Gewebe gebildet wird, und bei einigen Arten nur wenig hervortritt. Sie verläuft daher an der der Fruchtschale zugekehrten Seite eines jeden Faches und hat die Gestalt eines dicken Gewebewulstes, welcher von unten nach dem Scheitel aufsteigt, unten vorwiegend die Makrosporangien, oben die Mikrosporangien tragend; die Sporangien sind kaum gestielt, fast sitzend. Bei *Pilularia globulifera* werden 4 Fächer und diesen entsprechend 4 Sori gebildet, *Pilularia americana* besitzt nur 3 solcher Fächer und *P. minuta* nur 2 Fächer. Bei der Keimung quillt das die Soralhöhlungen umgebende Gewebe nebst den Placenten bedeutend auf, infolge dessen die Fruchtschale zerberstet, welche bei *Pilularia globulifera* vom Scheitel aus 4-klappig auseinanderweicht. Die aufgequollene Gewebemasse tritt dann aus der scheitelständigen Öffnung als hyaline Schleimmasse nebst den Makro- und Mikrosporangien hervor, aus denen ebenfalls durch Quellungsvorgänge die Sporen frei werden. In dieser Schleimmasse, welche oft einen mehrere Tage lang sich haltenden Tropfen bildet, findet die Entwickelung der Prothallien, Antheridien, Archegonien und schließlich die Befruchtung statt, nachher erst zerfließt der Schleim.

Die Makrosporen und Mikrosporen werden in getrennten Sporangien, den Makro- und Mikrosporangien entwickelt, beide Arten von Sporangien aber in einem und demselben Sorus erzeugt (Unterschied von den Salviniaceen). Die Makrosporangien enthalten stets nur je eine Makrospore, die Mikrosporangien mehrere Mikrosporen.

Die Entwickelung des Sporocarps. — Die Anlage der Marsiliaceenfrucht, des Sporocarps, erfolgt schon zu der Zeit, wo das Blatt noch in der ersten Entwickelung begriffen ist, und wird durch eine Scheitelzelle in der Nähe der Blattbasis kenntlich (Fig 228, *A*), nach deren ersten Segmentierungen bereits eine Hervorwölbung, das junge Sporocarp, entsteht. Nach einiger Zeit wird das Scheitelwachstum des jungen Sporocarps in derselben Weise wie beim Eufilicineenblatt (man vergl. Fig. 37 auf pag. 53) in das Randzellenwachstum übergeführt; ein Querschnitt durch das junge Sporocarp (Fig. 228, *B*) zeigt alsdann, dass die (hierbei allein sichtbaren) Antiklinen genau in derselben Weise ansetzen, wie es für das junge Blatt von Polypodiaceen gefunden wurde. Das junge Blatt wird daselbst in 2 Hälften geteilt, welche an dem jungen Sporocarp (Fig. 228, *B*) der Marsiliaceen ebenfalls scharf hervortreten und bei *Marsilia* die Gliederung in die beiden Sorusreihen (Fig. 228, *G* und *H*), bei *Pilularia* diejenige in die späteren Fächer der Kapsel bestimmen.

Betrachten wir nun zunächst die Anlage und Entwickelung eines Sorus genauer. Die während des Randzellenwachstums entwickelte Randzelle mc^7 (Fig. 228, *C*) wird zur

Mutterzelle des Sorus, die auf der anderen Seite der Wand 5 gelegenen Zellgruppe zum Indusium. Beide Organanlagen wölben sich nun dicht neben einander, aber unabhängig von einander hervor (Fig. 228, *C*), so dass zwischen den von ihnen erzeugten Zellengruppen allmählich ein schmaler, leerer Raum, die Soralhöhlung gebildet wird (*sc* in Fig. 228, *D*, *E*, *F*). Diese soeben genannten Zellengruppen entstehen dadurch, dass die Mutter-

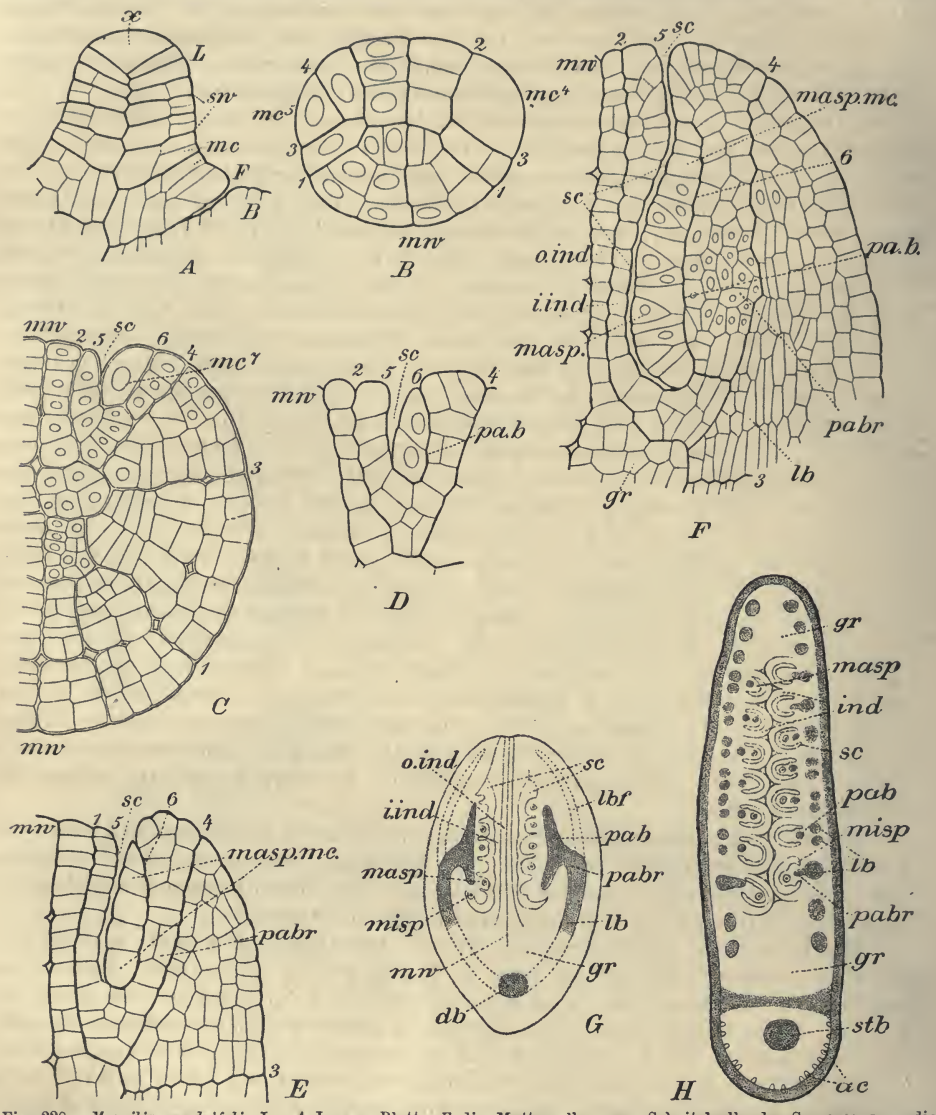


Fig. 228. *Marsilia quadrifolia* L. *A* Junges Blatt, *F* die Mutterzelle, resp. Scheitelzelle des Sporocarps, *x* die Scheitelzelle des Blattes, *mc* nnd *sw* Teilungen in den Segmenten der Blattscheitelzelle. *B* Qnerschnitt durch ein junges Sporocarp, dessen Randzellenwachstum bereits entwickelt ist. *mw* die mediane Teilnngswand, 1—4 die der Reihe nach aufeinander folgenden Antiklinen einer jeden Blatthälfte, mc^4 und mc^5 die Marginalzellen. — *C* Entwickelung einer Blatthälfte, mc^7 die Mutterzelle des Sorus; die Zellgruppen links von 5 sind die Anlagen des Indnsiums; *sc* erste Anlage des Sornskanals. — *D*—*F* aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien des Sorus, resp. des Sornskanales; bei *E* überragen die zwischen 4 und 6 gelegenen Zellgruppen bereits etwas die Sporangiumanlagen nnd bedecken bei *F* die letzteren vollständig. — *G* Querschnitt durch die beiden Klappen eines jungen Sporocarps, *H* Längsschnitt dnrch dieselben. — *ac* Lnftkanäle, *db* Dorsalbündel des Sporocarps, *gr* Gallertring, *i.ind* Innere Zellenlage des Indusiums, *lb* seitlicher Zweig eines Dorsalbündels, *lbf* Ast eines seitlichen Zweiges des Dorsalbündels, *masp* Makrosporangien, *masp.m.c.* Makrosporangium-Mutterzellen *misp* Mikrosporangien, *mw* mediane Teilnngswand (vergl. Fig. *B*), *o.ind.* äußere Zellenlage des Indnsiums, *pab* Placentabündel, *pabr* Placentaverzweigung, *sc* der Soruskanal, *stb* das Bündel des Stieles des Sporocarps. (*A*—*E* etwa 250 mal, *G* und *H* 45 mal vergrößert. Nach Johnson.)

zelle des Sorus (mc^7) durch antikline Teilungswände in eine Zellenreihe zerfällt (Fig. 228, *D* und *E*), aus der die Sporangiummutterzellen hervorgehen. Gleichzeitig hiermit finden auch epinastische Vorgänge statt, denen zufolge zunächst die der Randzelle mc^7 (Fig. 228, *C*) benachbarte und durch die Teilungswände 4 und 6 begrenzte Zellengruppe ein

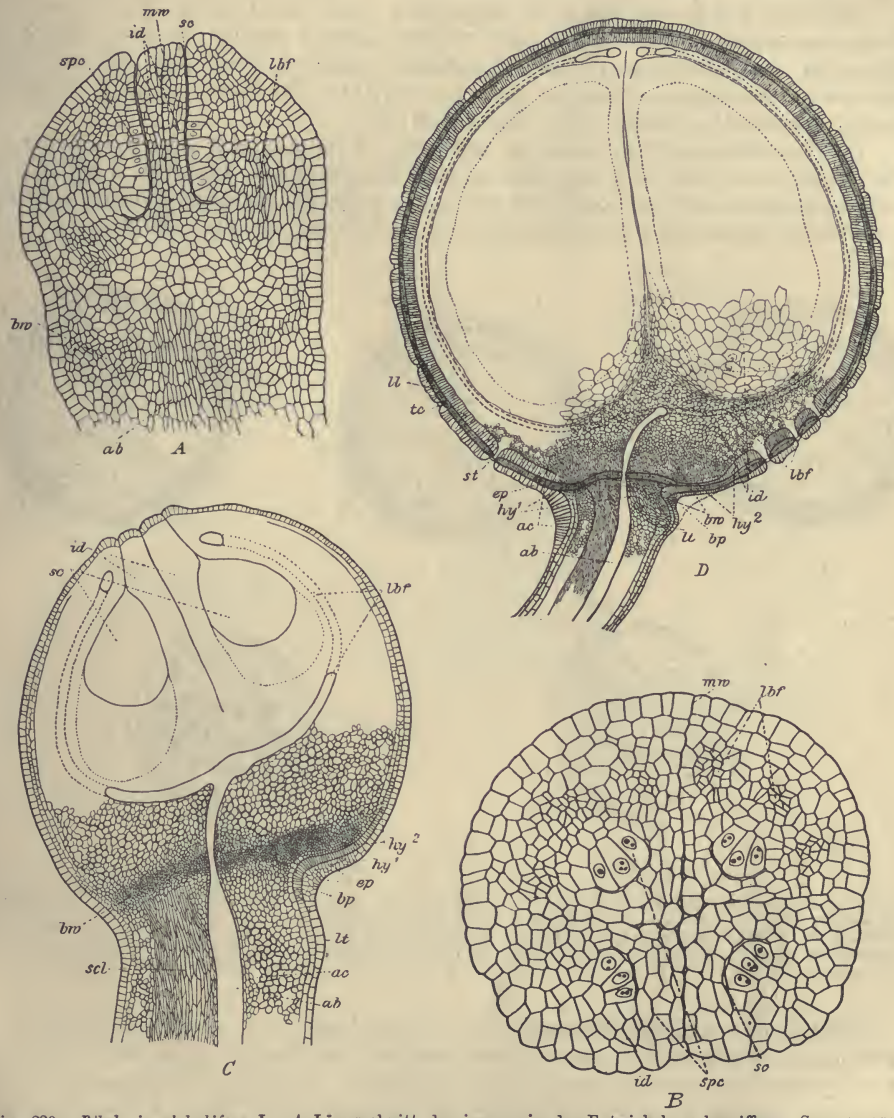


Fig. 229. *Pilularia globulifera* L. *A* Längsschnitt des jungen in der Entwickelung begriffenen Sporocarps; *ab* axiles Bündel, *bw* Basalwand, *spo* Sporangiumanlagen, die übrigen Bezeichnungen wie bei *Marsilia* (*D—H*). *B* Querschnitt desselben Entwickelungsstadiums, *spo* Sporangiumanlagen, die übrigen Bezeichnungen wie bei *Marsilia*. *C* und *D* zwei aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien der Kapsel, Längsschnitte. *ab* axiles Bündel, *ac* Luftkanal, *bw* Basalwand, *ep* Epidermis, *hy*^{1} äußere, *hy*^{2} innere Hypodermis, *id* Indusium, *ll* Lichtlinie, *lt* untere Zahnbildung, *tc* Trichome. (*A* 150 mal, *B* 250 mal, *C* und *D* 20mal vergr. Sämtliche Figuren nach D. S. Johnson.)

gesteigertes Wachstum erfährt und über die inzwischen aus der Randzelle mc^7 hervorgegangenen Sporangiumanlagen hinwegwächst. Die letzteren gelangen hierdurch ganz und gar in die Soralhöhlung (Fig. 228, *D, E, F* und Fig. 229, *A*), da auch das Wachstum des anfangs gegenüberliegenden Indusiums mit den genannten Zellengruppen Schritt

gehalten hat. Bis zu diesem Stadium vollzieht sich das Wachstum des Sorus und des denselben bedeckenden Indusiums bei den Gattungen *Marsilia* und *Pilularia* in gleicher Weise. Alsdann beginnt die Entwickelung der Sporangien, welche im wesentlichen mit derjenigen der *Salviniaceen* übereinstimmt; aber in einem und demselben Sorus werden — in bestimmter Anordnung — Makrosporangien und Mikrosporangien gebildet.

Während der Entwickelung der Sporangien treten bei *Pilularia* die epinastischen Wachstumsvorgänge noch schärfer hervor; ihnen zufolge werden die Sori, resp. Soralhöhlungen, deren Öffnungen bisher scheitelwärts orientiert waren (Fig. 229, *A*), durch ein einseitig gesteigertes Wachstum eines basalen Teiles der Kapsel zunächst lateral und alsdann grundsichtig gerichtet (Fig. 229, *C* und *D*).

Im Querschnitt erkennt man, je nachdem, ob die Kapsel 2, 3 oder 4 Fächer enthält, dieselben bereits in frühen Stadien ihrer Entwickelung (Fig. 229, *A* und *B*). Die Indusien umgeben die Sori, und die Grenzen je zweier benachbarten Indusien sind auch in der reifen Kapsel leicht erkennbar (man vergl. Fig. 227 und Fig. 229, *C* und *D*).

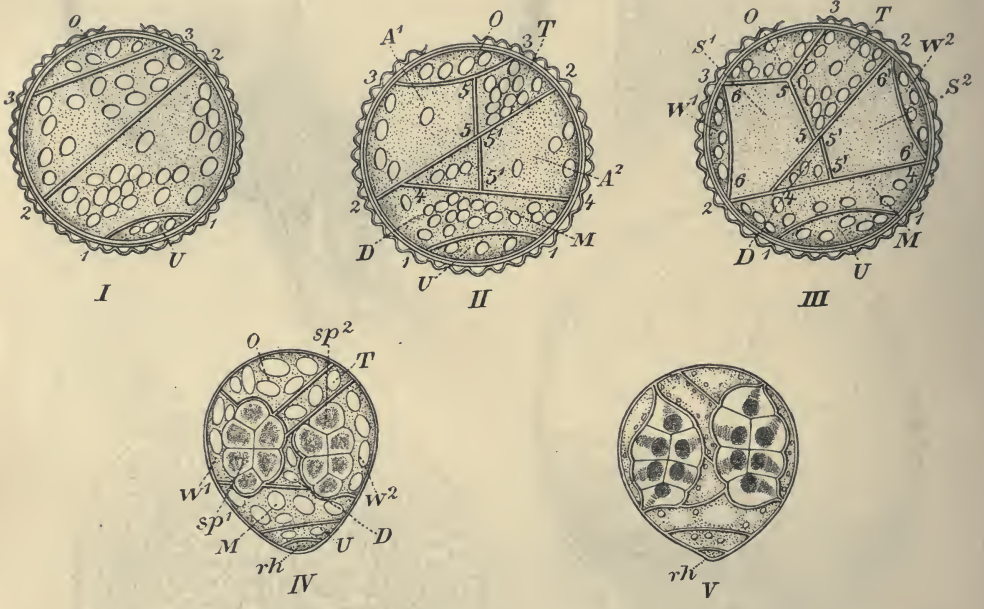


Fig. 230. Keimung der Mikrosporen von *Marsilia elata* A. Br. *I—V* aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien. Die kleinen Zahlen bezeichnen die Teilungswände in der Reihenfolge des Auftretens. A^1 und A^2 in Fig. *II* die Antheridium-Mutterzellen. S^1 und S^2 in Fig. *III* die Centralzellen der beiden Antheridien, W^1 und W^2 die Wandzellen derselben. sp^1 und sp^2 in Fig. *IV* die Complexe der Spermatozoidenmutterzellen, *rh* das Rhizoïd. *O*, *T*, *D*, *M*, *U* sterile Zellen des Prothalliums. Fig. *I—III* 400 mal vergr. Fig. *IV* und *V* 320 mal vergr. (Nach Belajeff.)

Die Sporen und ihre Keimung. — 1. Die Mikrosporen. Die Mikrosporen der Marsiliaceen werden von 3 Sporenhäuten umgeben, von denen das Episporium mehrerer *Marsilia*-Arten mit kurzen, etwas stumpfen Stacheln versehen ist, dasjenige der *Pilularia*-Arten dagegen sehr undurchsichtig ist und sich daher für die Beobachtung der Keimungsvorgänge und der Entwickelung der Antheridien weniger eignet, als dasjenige der *Marsilia*-Arten. Bei den letzteren erfolgt die Keimung wahrscheinlich erst, nachdem die Mikrosporen aus der Hülle des Mikrosporangiums befreit worden sind. Nachdem der Sporeninhalt sich mit einer Haut umgeben und so die primäre männliche Prothalliumzelle gebildet hat, finden in derselben in der Reihenfolge der auf Fig. 230, *I* angegebenen Zahlen 3 Teilungen statt. Hierdurch werden 4 Zellen gebildet, von denen die obere (*O*) keine weiteren Veränderungen erfährt, während von der unteren (*U*) nur eine kleine linsenförmige Zelle abgetrennt wird, ein rudimentäres Rhizoïd (Fig. *IV*, *rh*). In den beiden

mittleren Zellen findet nun die Anlage des Antheridiums statt, indem durch das Auftreten der Teilungswände 4—4, 5—5 und 5′—5′ die durch die Zellen *T* und *D* getrennten Antheridium-Mutterzellen A^1 und A^2 gebildet werden (Fig. 230, *II*). Dieselben werden alsdann durch die Zellwände 6—6 und 6′—6′ in je eine Antheridiumwandzelle, W^1 und W^2, und je eine Centralzelle des Antheridiums, S^1 und S^2 geteilt; letztere sind die Mutterzellen der spermatogenen Complexe (Fig. 230, *III*). Darauf findet infolge von 4 successiven Teilungen die Bildung der Spermatozciden-Mutterzellen (Fig. *IV*, sp^1 und sp^2) statt. In Fig. *V* sind bereits weitere Verschiebungen der genannten Zellwände eingetreten, die spermatogenen Complexe grenzen in zwei schmalen Streifen an die Wand der keimenden Spore; an dieser Stelle bilden sich später die Risse, durch welche die Spermatozoiden austreten. Die Spermatozoiden sind nach Art eines Pfropfenziehers (Fig. 233) vielfach spiralig und tragen in ihrem vorderen Ende eine große Zahl von Cilien.

Die Keimung der Mikrosporen von *Pilularia* weicht hiervon nur in unwesentlichen Punkten ab, wie z. B. in der Anlage des Rhizoids, welches bei *Pilularia* mehr seitlich

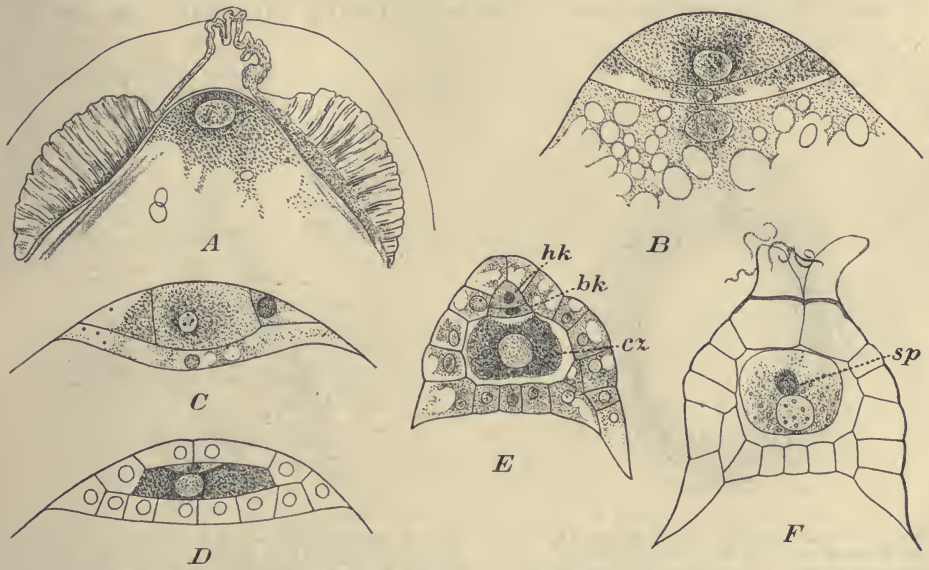


Fig. 231. Entwickelung des Prothalliums und des Archegoniums von *Pilularia globulifera* L. *A* die Scheitelgegend der Makrospore mit dem Plasma und dem Zellkern; *B* die Abgrenzung des Prothalliums von dem übrigen Sporeninhalt; *C*—*F* aufeinanderfolgende Stadien der Entwickelung des Prothalliums und des Archegoniums. Bei Fig. *E* ist das Archegonium schon entwickelt, der Archegoniumhals ist sehr kurz, *hk* die Halskanalzelle, *bk* die Bauchkanalzelle, *cz* die Embryonalzelle. Bei *F* ist die Befruchtung bereits vollzogen, *sp* der männliche Zellkern in der Embryonalzelle, dicht an dem Zellkern der letzteren; der Archegoniumhals ist geschlossen, an der Mündung desselben Spermatozoïden. Alle Figuren 300 mal vergr. (Nach Campbell.)

erfolgt, in Fig. *IV* also in der linken Ecke der Zelle *U* liegen würde. Außerdem ist die durch die Zellen *D* und *T* gebildete Brücke zwischen den beiden Antheridien von *Pilularia* schmäler, so dass im reifen Stadium die spermatogenen Complexe beider Antheridien teilweise direkt sich berühren.

Dadurch, dass das Prothallium der Marsiliaceen bei der Keimung nicht über die Sporenwand hinauswächst, sondern die ursprüngliche kugelige Gestalt beibehält, wird dasselbe von den Salviniaceen äußerlich leicht zu unterscheiden sein, nichts destoweniger gelangt die Dorsiventralität des Prothalliums auch bei den Marsiliaceen durch die Orientierung der beiden Antheridien zum Ausdruck.

2. Die Makrosporen. Die Hülle der reifen Makrospore besteht ebenfalls aus mehreren Häuten, das Endosporium wird von einer einfachen Hautschicht gebildet, das Exosporium und das Episporium der Makrospore von *Pilularia* dagegen von je zwei Hautschichten. Die äußere Haut des Exosporiums ist dicker, als die innere, einfach gebaute,

besitzt eine mehr oder weniger schleimig-körnige Structur und bildet über dem Scheitel eine Papille, welche bei der Reife vertrocknet und zusammenschrumpft. Auf dem Exosporium liegt eine weiche Schicht von deutlich prismatischer Structur und auf dieser endlich eine noch dickere, aber weniger deutlich organisierte, fast schleimige Schicht. Die beiden letzteren Schichten, das Episporium, lassen am Scheitel der Spore einen Trichter frei, durch welchen die Spermatozoiden bei der Keimung eintreten können.

Die Makrosporen der *Marsilia*-Arten haben im wesentlichen denselben Bau, aber das Episporium ist weniger differenziert, als dasjenige von *Pilularia*, auch ist der Scheitel der Makrospore von *Marsilia* zu einer kleinen rundlichen Papille ausgestülpt (Fig. 232), welche bei der Reife nicht zusammenschrumpft.

Das Innere der Makrospore besteht bei beiden Gattungen aus zwei der Größe und dem Inhalt nach verschiedenen Teilen. In der Scheitelgegend (bei *Marsilia* in der Papille) findet man ein feinkörniges, mitunter rotgelbes Plasma, in welchem ein großer Zellkern eingebettet ist, während der übrige Teil der Spore, ungefähr $^5/_6$ derselben, mit Stärkekörnern und anderen Reservestoffen, namentlich Fett, angefüllt ist (Fig. 234 und 235). Bei der Kei-

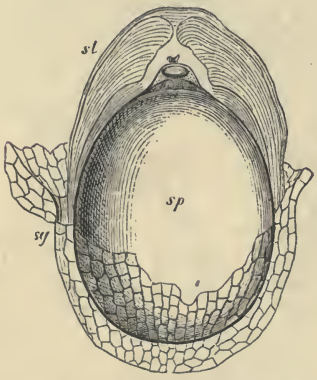


Fig. 232. *A* Reife Makrospore (*sp*) von *Marsilia salvatrix* Hanst. mit der sie umgebenden Schleimschicht des Epispors, *sl*, und der im Trichter derselben emporragenden Scheitelpapille; in dieser ein breiter gelblicher Tropfen. *eg* die zerrissene Wand des Makrosporangiums. Etwa 30mal vergr. (Nach Sachs.)

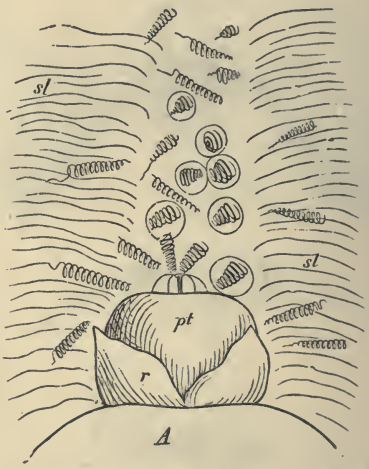


Fig. 233. Oberflächenansicht eines Prothalliums von *Marsilia salvatrix* Hanst. *pt* das Prothallium in der Oberflächenansicht, am Scheitel desselben die Halszellen des Archegoniums. *sl* die den Trichter bildenden Schleimschichten des Episporiums, mit zahlreichen Spermatozoiden, *r* zerrissene Hautteile der Makrospore. Etwa 150mal vergr.

mung umgiebt sich der plasmatische Teil, der bis dahin von dem übrigen Sporeninhalt durch keine Zellhaut getrennt war, mit einer Membran und erfährt darauf mehrfache Teilungen (Fig. 234, *B* und *C*). Hierdurch wird die Bildung des Prothalliums eingeleitet, eines wenigzelligen Gewebekörpers, in welchem gleichzeitig mit seiner Entwickelung die Anlage des Archegoniums erfolgt (*D* und *E*). Eine der mittleren Zellen wird dabei zur Mutterzelle der centralen Zellreihe, welche in gleicher Weise wie bei den homosporen Formen eine Halskanalzelle, Bauchkanalzelle und Embryonalzelle erzeugt (Fig. 234, *E*).

Die Vorgänge beim Öffnen des Archegoniums sind dieselben wie bei den Eufilicineen; die Zellen der Archegoniummündung werden durch die aufquellende, später bis zur Schleimmasse umgewandelte Membran der Kanalzellen aus einander getrieben, und mit dem Hervorbrechen dieses Schleimes wird auch das von ihm umgebene Plasma mitgerissen; die ausgestossenen Massen lagern sich dann vor der Archegoniummündung. Während dieser Vorgänge hat das Prothallium bedeutend an Volumen zugenommen und das Endosporium und das Exosporium schon lange vor dem Öffnen des Archegoniums zerrissen (Fig. 233). Die Mündung des geöffneten Archegoniums liegt daher später frei und ist den

Spermatozoiden leicht erreichbar, so bald dieselben, durch die ausgestoßenen Massen angelockt, in den von dem Episporium gebildeten Trichter gelangt sind (Fig. 233).

Das Prothallium von *Pilularia* ergrünt bereits bei der ersten Anlage des Archegoniums. Arcangeli beobachtete auch, dass in den Fällen, wo das Archegonium unbefruchtet blieb, das Prothallium zu einem recht mächtigen Gewebekörper weiter wuchs, welcher Haarwurzeln erzeugte und sich selbständig zu ernähren vermochte (Fig. 234). Während des Wachstums des Prothalliums findet auch eine beträchtliche Volumenvermehrung des die Reservestoffe führenden Sporeninhaltes statt, der stets mit dem Prothallium verbunden bleibt und sich durch die Öffnung der Sporenhaut etwas hervorwölbt.

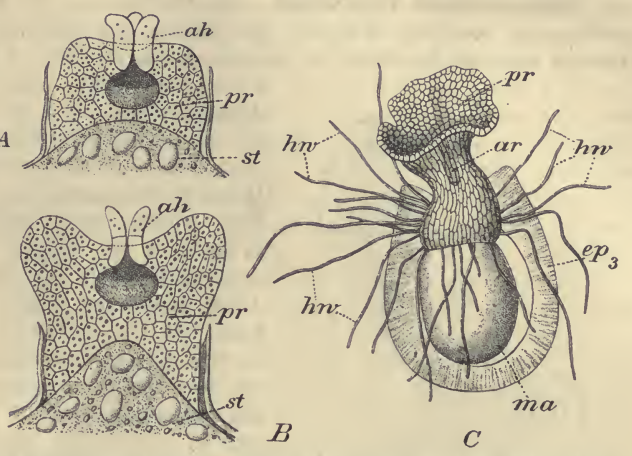


Fig. 234. Entwickelung eines noch mit der Spore zusammenhängenden Prothalliums, *pr*, von *Pilularia globulifera* L., wenn das Archegonium unbefruchtet geblieben ist. *A*—*C* aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien. *pr* Prothallium, *ah* Archegoniumhals. Bei *C* ist das Prothallium, *pr*, trichterartig ausgewachsen, am Grunde des Trichters das Archegonium, *ar*, dessen Halsteil hier sehr ausgebildet ist. *hw* die Haarwurzeln, *sp* Epispor, *st* Stärkekörner, *ma* die Makrospore. *A* und *B* 140 mal vergr. *C* 60 mal vergr. (Nach Arcangeli.)

Die keimende Makrospore hat eine ihrer eiförmigen Gestalt entsprechende horizontale Lage auf dem Wasser, ebenso also auch der Archegoniumhals.

Embryo. — Bei der Entwickelung des Embryo stimmt die Richtung der Basalwand mit der des Archegoniumhalses überein, aber der Stammoktant liegt auf der dem Archegoniumhalse abgewendeten Seite, die beiden Wurzeloktanten dagegen und die beiden den ersten Cotyledo erzeugenden Oktanten auf der dem Archegoniumhalse zugekehrten Seite. Die erste Wurzel und der erste Cotyledo sind durch die Basalwand von einander getrennt, ebenso auch die beiden den Fuß bildenden Oktanten von dem Stammoktanten; aus dem durch die Medianwand abgetrennten Nachbarn des Stammoctanten soll der 2. Cotyledo von *Marsilia* seine Entstehung finden. Mag dies nun richtig sein oder nicht, nach der Anlage der Organe erfährt namentlich der erste Cotyledo und die erste Wurzel ein bedeutendes Wachstum, während der Stamm sehr zurückbleibt (Fig. 235). Dies ist um so auffallender, als auch die beiden Oktanten der hypobasalen Hälfte, welche den Fuß erzeugen, ein sehr kräftiges Wachstum erhalten, und die dem Fusse eigene Bildung gleichartiger Zellen sich auch auf das epibasale Glied des Stammoktanten und des den zweiten Cotyledo erzeugenden Oktanten erstreckt. Infolge dessen wachsen die genannten epibasalen Glieder gleichmäßig mit den beiden Oktanten des Fusses zu einem Ernährungs-, resp. Saugorgan heran, welches fortan für eine gewisse Zeit die in der Makrospore enthaltenen Nährstoffe der jungen Pflanze zuführt.

Das Prothallium folgt zunächst noch dem Wachstum der einzelnen Organe und umgiebt dieselben als Hülle bis zum Durchbruch des ersten Cotyledo, der von Anfang an durch ein kräftiges Spitzenwachstum ausgezeichnet ist. Das durchstoßene Prothallium bildet dann eine Scheide um den Cotyledo; ein gleicher Vorgang findet auch bei dem Durchbruch der ersten Wurzel statt. Der zweite Cotyledo beginnt ein deutlich sichtbares Wachstum erst nach dem Durchbruch des ersten Cotyledo (Fig. 235).

Parthenogenesis. — Shaw beobachtete, dass bei *Marsilia Drummondii* A. Br. auch die unbefruchtete Eizelle zum Embryo sich zu entwickeln vermag. Es wurden behufs der Untersuchung die Makrosporen absichtlich isoliert, und es stellte sich heraus, dass

über 50 % der isolierten Makrosporen Embryonen hervorgebracht hatten, also Parthenogenesis eingetreten war, während andererseits auch nur 69 % der Makrosporen, welche mit Mikrosporen gemengt waren, Embryonen erzeugt hatten.

Geographische Verbreitung. Die Verbreitung der Marsiliaceen hat ihr Centrum nicht in so deutlicher Weise in den Tropen wie diejenige der Salviniaceen, immerhin aber ist mehr als die Hälfte der *Marsilia*-Arten, nämlich 28 von 54 Arten auf den Tropengürtel beschränkt, wobei auf das tropische Afrika 10 Arten, auf Südasien 8, auf die Oceanischen Inseln 3 und auf das tropische Amerika 7 zu rechnen sind. Aber auch von den australischen *Marsilia*-Arten, deren Hauptverbreitungsbezirk südlich vom Wendekreise liegt, überschreiten einige Arten den letzteren und dringen in die Tropen vor (*M. hirsuta, Howittiana, angustifolia*). In Australien kennt man im ganzen 14 Arten, von denen jedoch *M. Brownii* nur unsicher bekannt ist; die anderen 13 Arten sind nahe mit einander verwandt und in der unten — nach A. Braun — zusammengefassten Einteilung unter 16—27 aufgeführt. Diese Arten bilden zwei Gruppen, nämlich die Gruppe der *M. Drummondii*, mit langgestielten Früchten und Höckern auf den Epidermiszellen der Blätter (*M. Howittiana, sericea, Mülleri, macra, oxaloides, hirsutissima, Nardu, Drummondii, salvatrix, elata)* und die Gruppe der *M. hirsuta*, mit kurzgestielten Früchten und höckerlosen Epidermiszellen der Blätter (*M. exarata, hirsuta, angustifolia)*. — Auch die 4 *Marsilia*-Arten des Caps sind nahe mit einander verwandt (Nr. 34—37). Dasselbe gilt zum Teil auch von den außertropischen amerikanischen, insbesondere von den nordamerikanischen Arten (Nr. 5—6 und 29—32), während die südamerikanische *M. concinna* einer anderen Gruppe angehört. — Das temperierte Europa, Südrussland und Nordafrika enthält nur 5 *Marsilia*-Arten, von denen *M. quadrifolia* auch in Nordamerika und im westlichen und nordwestlichen Asien beobachtet wurde, nach Ledebour sogar im Uralischen Sibirien ohne nähere Angabe des Fundortes, es ist dies das nördlichste Vorkommen, während das südlichste in Kaschmir bei 30°—33° n. Br. liegt.

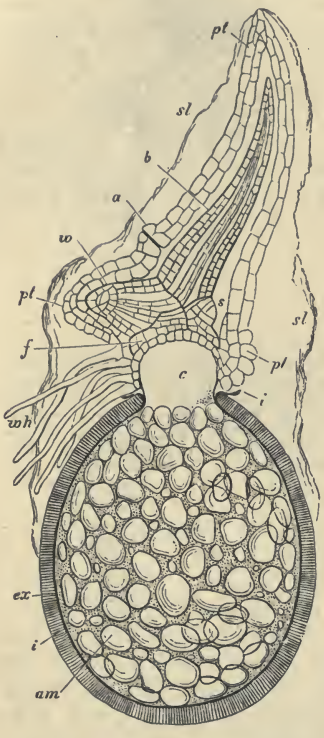


Fig. 235. Eine noch mit der Spore zusammenhängende junge Keimpflanze von *Marsilia salvatrix* Hanst., im Längsschnitt; ungefähr 60 mal vergrößert; *am* Stärkekörner der Spore, *i* innere Sporenhaut, oben lappig zerrissen, *ex* das aus Prismen bestehende Episporium, *c* der Raum unter dem hinaufgewölbten Diaphragma, auf welchem die Basalschicht des Prothalliums sitzt, *pt* das Prothallium, *wh* dessen Haarwurzeln, *a* das Archegonium, *f* der Fuß des Embryo, *w* dessen Wurzel, *s* dessen Stammscheitel, *b* dessen erstes Blatt (Cotyledo), durch welches das Prothallium ausgedehnt wird, *sl* die Schleimhülle der Makrospore, welche anfangs den Trichter über der Papille bildet und noch jetzt das Prothallium umhüllt; 50 Stunden nach der Aussaat der Sporenfrucht. (Nach Sachs.)

Die Gattung *Pilularia* meidet dagegen den Tropengürtel vollständig, außer *P. Mandoni* in Bolivia, welche indessen daselbst erst bei einer Höhe von ca. 5000 m, also in hoher alpiner Lage, vorkommt. Die meisten Arten gehören der subtropischen oder wärmeren temperierten Zone an, nur *P. globulifera* erreicht in Südschweden ungefähr den 60. Breitegrad. In Südafrika und Ostasien feht diese Gattung ganz.

Nutzen. — Als Nutzpflanzen am bekanntesten sind die sog. Nardu-Pflanzen, *Marsilia Nardu* A. Br. und *M. Drummondii* A. Br., deren Früchte Stärke und andere nahrhafte Reservestoffe enthalten und bei den Eingeborenen in hohem Werte stehen. Sie werden daher vielfach zur Brot- oder Kuchenbereitung benutzt. Die Frauen zerquetschen die Früchte zwischen Steinen zu einem gelben Pulver, welches mit Wasser zu Kuchen verbacken wird. Die gelbe Färbung des ausgepressten Inhalts rührt von dem rotgelben

Plasma an der Scheitelgegend der Makrospore her. An einigen Orten heißen diese Früchte auch »Addo«; sie bilden dort nebst den Fischen die hauptsächlichste Nahrung der Eingeborenen. — Ob *M. salvatrix* Hanst. und *M. elata* A. Br., wie mitunter angegeben wird, in gleicher Weise verwendet werden, bedarf noch weiterer Bestätigung, da diese Arten eine bedeutend härtere Fruchtschale besitzen.

Einteilung der Familie.

Landblätter mit vierteiliger Spreite. Sporenfrucht bohnenförmig, bilateral-symmetrisch, mehrfächerig, zweiklappig. Sori innerhalb der Gabeläste der Seitenadern fiederartig angeordnet . . . . . **Marsilia.**

Blätter stets ohne Spreite. Sporenfrucht kugelig, zwei- bis vierfächerig. Sori von der Basis bis zum Scheitel der Frucht über den Gabelästen der Seitenadern verlaufend **Pilularia.**

Marsilia L. Stamm mit dreiflächig zugespitzter (tetraëdrischer) Scheitelzelle, fortdauernd dreigliederige Cyklen von Segmenten erzeugend, welche zwei dorsale Reihen von Blättern und eine ventrale Reihe von Wurzeln bilden. Zwischen den älteren normalen Wurzeln oft Adventivwurzeln. Seitenknospen unterhalb eines jeden Blattes von dem Ventralteile des gestreckten Vegetationskegels entspringend. Blätter in 4 verschiedenen Abstufungen: 1) Keimblatt, 2) untergetauchte Primordialblätter, 3) Schwimmblätter, 4) Luft- oder Landblätter, welche 4-teilig sind und in der Regel allein fertil zu werden vermögen. — Entwickelung und Bau der Wurzel wie bei den Eufilicineen, Verzweigungen der Wurzel sehr zahlreich und den diarchen Bündeln entsprechend zweizeilig gestellt. — Früchte mehr oder weniger langgestielt, einzeln oder in Mehrzahl an der Basis des Stieles eines Landblattes, bohnenförmig, bilateral symmetrisch, mehrfächrig, zweiklappig. Beide Klappen durch eine Rücken- und eine Bauchnaht verbunden. Fruchtstiel in der Regel schief an die Basis der Frucht herantretend, eine Strecke weit unterscheidbar daran hinlaufend (Raphe), an der Grenze der Rückenseite der Frucht mit einem vorspringenden Zahne endigend. Ein zweiter Zahn an der Stelle, an welcher das Bündel des Stieles sich abwärts biegt. Mitunter fehlen beide Zähne und die Raphe. Vom Stiel tritt ein Bündel in die Frucht ein, welches unter dem Rücken der Frucht verläuft und in die beiden Klappen Äste, Seitenadern, entsendet; dieselben laufen zur Bauchseite herab, gabeln sich und verlaufen frei bis zur Bauchkante oder anastomosieren vorher. Fruchtschale sehr fest, aus 5 Schichten bestehend. Im Inneren der reifen Frucht eine der Rücken- und Bauchnaht ringförmig anliegende knorpelige Gewebemasse, an welcher zu beiden Seiten die Sori innerhalb der Gabeläste der Seitenadern fiederartig angeordnet sind. Die Sporangien nehmen von einer dickwulstigen Placenta ihren Ursprung; die Placenten liegen innerhalb der Gabeläste der Seitenadern. — Bei der Keimung quillt der knorpelige Ring allmählich auf, die beiden Klappen der Fruchtwand weichen an der Bauchnaht auseinander, und die Sori treten paarig an dem immer weiter aufquellenden Gallertringe heraus, der bald zerreißt und eine wurmförmige Gestalt erhält. — Männliches Prothallium kugelig, in vier übereinanderliegende Zellen geteilt, aber nur in beiden mittleren je eine Anlage eines Antheridiums, erst nach der Ausbildung der Spermatozoïden die Sporenhülle durchbrechend. Makrosporen durch das bei der Keimung deutlich schleimige, resp. gallertartige Epispor ausgezeichnet, welches indessen viel weniger differenziert ist, als dasjenige von *Pilularia*. Am Scheitel der Makrospore eine kleine Papille, welche bei der Reife nicht zusammenschrumpft. In der Papille stets feinkörniges Plasma, während der Sporenraum mit Stärke und anderen Reservestoffen angefüllt ist. Das Prothallium entsteht aus dem Inhalte der Papille als wenigzelliger Gewebekörper, mit dessen Entwickelung zugleich auch diejenige eines scheitelständigen Archegoniums erfolgt; die Mündung des letzteren am Grunde eines von dem Episporium gebildeten Trichters, wodurch der Zutritt der Spermatozoïden zu der Archegoniummündung erleichtert wird. Über den Embryo vergl. man S. 415. (Der unten folgenden Einteilung der Gattung *Marsilia* sind die Arbeiten von A. Braun zu Grunde gelegt.) — 52 Arten.

Sect. 1. Seitenadern der Frucht an der Gabelungsstelle anastomosierend. — **A.** Frucht ohne Raphe und ohne Zähne. — **Aa.** Mehrere (6—25) Früchte einer über der Basis des Blattstieles beginnenden Reihe. Fruchtstiel seitlich abstehend. — **Aaα.** Frucht fast kugelförmig, ohne Kanten, 3 Sori auf jeder Seite: 1. *M. polycarpa* H. et G., Central- und Südamerika, Antillen, Sandwichsinseln. (Mit 10—25 Früchten in einer hoch über der Basis beginnenden Reihe.) *M. polycarpa* var. *mexicana* A. Br. in Mexico. (Mit 8—12 Früchten in einer nahe am Grunde des Stieles beginnenden Reihe.) — **Aaβ.** Frucht mehr oder weniger verlängert stumpf 5-kantig. 5 Sori auf jeder Seite. Mit 6—10 Früchten in einer nahe am Grunde des Blattstieles beginnenden Reihe: 2. *M. subangulata* A. Br. in Caracas und Jamaika. — **Ab.** Wenige (2—3) Früchte nahe am Grunde des Blattstieles. Fruchtstiel abwärts gebogen. Frucht stark verlängert, 5-kantig, 6—8 Sori auf jeder Seite. Haare der Frucht glatt: 3. *M. deflexa* A. Br. Brasilien, Columbien.

B. Nur eine grundständige Frucht mit Raphe und (schwachen) Zähnen. Fruchtstiel senkrecht nach unten gebogen, 2—3mal so lang als die zusammengedrückte und berandete Frucht. Haare glatt: 4. *M. subterranea* A. Br. in Senegambien.

Sect. 2. *Eumarsilia.* Seitenadern der Frucht an der Gabelungsstelle nicht anastomosierend, die Gabeläste getrennt bis zum Bauchrande verlaufend.

Subsect. 1. Mehrere (2—5) Früchte an einem Blattstiele, zusammengedrückt, Fr. mit 2 Zähnen.

A. Die Fruchtstiele unter sich eine Strecke weit verwachsen (aufrecht oder schief abstehend). — **Aa.** Fruchtstiele von der Basis des Blattstieles entfernt, doppelt so lang als die Frucht, bis ungefähr zur Mitte verwachsen. Die reife Frucht kahl, zweizähnig. Haare der Frucht glatt: 5. *M. quadrifolia* L. in Europa, dem mittleren Asien, Nordamerika. — **Ab.** Fruchtstiele fast an der Basis des Blattes, nur auf eine kurze Strecke hin verwachsen, 3—4mal so lang, als die große, langhaarige Frucht, deren oberer Zahn nur schwach angedeutet ist. Haare der Frucht warzig: 6. *M. macropus* Engelm. in Texas. — **Ac.** Fruchtstiele an der Basis des Blattes, beide Zähne der Frucht nur sehr schwach angedeutet: 7. *M. Brownii* A. Br. (vielleicht nur eine Varietät von 6) in Australien.

B. Die Fruchtstiele unter sich oder am Grunde kaum oder nur sehr wenig zusammenhängend, aufrecht oder aufsteigend. — **Ba.** Fruchtstiel etwa um die Hälfte länger, seltener doppelt so lang als die Frucht. — **Baα.** Meist 3 Früchte. — **BaαI.** Frucht berippt und berandet, Fruchtstiele beinahe basilär, an der Basis oft etwas zusammenhängend: 8. *M. erosa* Willd. Der obere Zahn länger, Blätter am Rande ungleichmäßig tief gekerbt; in Ostindien (bei der var. *Zollingeri* A. Br., Java, sind die Zähne annähernd gleich lang, die Blätter ganzrandig). — **BaαII.** Frucht unberippt und nicht berandet, aber gekerbt oder etwas gekerbt, der obere Zahn etwas länger; die Fruchtstiele mehr oder weniger von einander entfernt. 5—6 Sori auf jeder Seite. Blätter gekerbt oder etwas gekerbt: 9. *M. diffusa* Lepr. auf den Canaren, in Algier, am Senegal, in Centralafrika (bei der var. *cornuta* A. Br. von Angola ist der obere Zahn ungefähr um das Doppelte länger als die Frucht; bei der var. *approximata* A. Br. von Madagascar sind die Fruchtstiele einander genähert und die Blätter ganzrandig. — **Baβ.** Meist nur 2 Früchte. Fruchtstiele an der Basis des Blattes. — **BaβI.** Früchte unberippt und nicht berandet, länglich, horizontal, Blätter gekerbt: 10. *M. crenulata* Desv. auf den Mascarenen und Philippinen (var. *incurva* A. Br. von Senegambien mit fast runden und nickenden Früchten). — **BaβII.** Frucht unberippt, aber berandet, in der Mitte beiderseits angeschwollen, nicht länger als breit, sehr klein, 3 Sori auf jeder Seite, Blätter gekerbt: 11. *M. brachycarpa* A. Br., in Pegu. — **Bb.** Fruchtstiel kürzer als die Frucht; Früchte meist zu zweien am Grunde des Blattes, bei der Reife mit langen, abstehenden Haaren: 12. *M. brachypus* A. Br. in Ostindien (Frucht mit sichtbaren Rippen); 13. *M. gracilenta* A. Br. in Ostindien (Frucht ohne sichtbare Rippen; wahrscheinlich var. von 12).

Subsect. 2. Nur eine Frucht am Grunde des Blattstiels.

A. Haut der Frucht bleibend, sich nicht ablösend (was auch von allen vorher genannten Arten gilt).

Aa. Blatt ohne Sklerenchymzellen (was ebenfalls von allen vorher genannten Arten gilt).

Aaα. Frucht mit ziemlich gleichen Zähnen. — **AaαI.** Fruchtstiel kürzer als die Frucht. Blattepidermis ohne Höcker. — **AaαII.** Zähne der Frucht kurz und stumpf, Fruchtstiel sehr kurz, mit der Frucht zur Seite gebogen, Frucht etwas ungleichseitig: 14. *M. pubescens* Ten. im Mittelmeergebiet (Früchte zweireihig angeordnet, mit längeren und abstehenden, sehr feinwarzigen Haaren). 15. *M. strigosa* W. in Südrussland (Früchte weniger regelmäßig angeordnet, mit kürzeren, anliegenden, starkwarzigen Haaren. Vielleicht nur Var. von 14). — **AaαI2.** Zähne der Frucht stärker, Fruchtstiel $^1/_4$—$^1/_2$ so lang als die Frucht, aufrecht: 16. *M.*

exarata A. Br. in Ostaustralien (Frucht dick, auf der Bauchseite ausgefurcht), 17. *M. hirsuta* R. Br., Nord- und Ostaustralien. (Frucht stärker zusammengedrückt, ohne Ausfurchung.) — **Aaα II.** Fruchtstiele länger als die Frucht, meist mehr als doppelt so lang. Blattepidermis mit Höckern. — **Aaα III.** Frucht horizontal, klein (4—5 mm lang). Fruchtstiel 2 mal, seltener 3 mal so lang als die Frucht: 18. *M. Howittiana* A. Br. in Centralaustralien (Bauchseite der Frucht nicht ausgefurcht, Epidermiszellen nur auf der Oberseite des Blattes höckerig. Blatt ganzrandig, stark behaart); 19. *M. sericea* A. Br. in Südaustralien. (Wie vor., aber Blätter gekerbt, dicht seidenhaarig); 20. *M. Mülleri* A. Br. in Südaustralien. (Wie 18, aber Blatt tief gekerbt oder eingeschnitten, locker behaart); 21. *M. macra* A. Br. in Australien. (Bauchseite der Frucht leicht ausgefurcht. Epidermiszellen auf beiden Seiten der Landblätter höckerig; Blättchen schwach gekerbt, schwach behaart, fast ganzrandig. — **Aaα II 2.** Frucht schief aufsteigend oder völlig aufgerichtet, groß, weiß, mehr als 5—10 mm lang. — **Aaα II 2,†.** Bauchseite der Frucht nicht ausgefurcht, nur die Epidermiszellen der Oberseite des B. höckerig. — **Aaα II 2,†*).** Frucht oval, schwach geneigt oder aufrecht. Fruchtstiel zweimal so lang als die Frucht: 22. *M. oxaloides* A. Br. Westaustralien. (Blättchen ganzrandig, schwach behaart. Haare der Frucht anliegend, kurz); 23. *M. hirsutissima* A. Br. Centralaustralien. (Blättchen gekerbt, stark behaart, Haare der Frucht lang und abstehend). — **Aaα II 2,†**).** Frucht schief eiförmig, stärker geneigt, auf straff aufrechtem Stiel, der 2—3 mal so lang als die Frucht ist: 24. *M. Nardu* A. Br. in Ostaustralien. (Blättchen ganzrandig, stark behaart, Haare der B. warzig); 25. *M. Drummondii* A. Br. in Westaustralien. (Blättchen gekerbt, Haare der B. ohne Warzen.) — **Aaα II 2,†***).** Frucht oval, sehr geneigt, Fruchtstiel leicht gekrümmt, 3—4 mal so lang als die Frucht. Blättchen am Rande gekerbt und wellig: 26. *M. salvatrix* Hanst. in Centralaustralien. — **Aaα II 2,††.** Bauchseite der Frucht ausgefurcht, die Epidermiszellen beider Blattseiten mit Höckern. Frucht aufrecht, Stiel vielmal so lang als die Frucht. B. stark behaart, ganzrandig: 27. *M. elata* A. Br. in Centralaustralien (var. *crenata* A. Br. in Centralaustralien, mit gekerbten Blättern).

Aaβ. Frucht mit zwei ungleichen Zähnen; der obere derselben ist stachel- oder hakenartig verlängert. Ringspalten in der Frucht sehr groß und auffallend; die Epidermis des B. glatt. — **Aaβ I.** Beide Zähne dicht beisammen, nur durch eine spitzwinklige Bucht getrennt. Stiel kürzer als die Frucht. Haare der Frucht dicht, lang und abstehend. Blättchen breit und ganzrandig: 28. *M. villosa* Kaulf., auf den Sandwichsinseln. — **Aaβ II.** Beide Zähne der Frucht durch eine breite Bucht getrennt. — **Aaβ III 1.** Stiel kürzer als die Frucht oder höchstens gleichlang; oberer Zahn der Frucht gerade oder schwach gekrümmt: 29. *M tenuifolia* Engelm. in Texas (B. sehr schmal, am Stirnrand mit einigen Zähnchen, Haare der Frucht angedrückt); 30. *M. mucronata* A. Br. in Nordamerika (B. breit keilförmig, ganzrandig, schwach behaart; Haare der Frucht anliegend); 31. *M. vestita* H. et Gr. im westlichen Nordamerika (wie 30, aber die B. stark behaart, und die Haare der Fr. lang und abstehend). — **Aaβ II 2.** Stiel $1^1/_2$—2 mal so lang als die Frucht. Haare der Frucht anliegend. Oberer Zahn der Frucht meist hakenförmig gekrümmt: 32. *M. uncinata* A. Br. im wärmeren Nordamerika.

Aaγ. Nur der obere Zahn der Frucht ausgebildet, der untere mehr oder weniger verflacht oder ganz fehlend (Fruchtstiel verlängert). — **Aaγ I.** Stiel aufrecht, gerade. Frucht horizontal oder schief aufsteigend. Epidermiszellen der B. ohne Höcker. — **Aaγ I 1.** Frucht stumpf oder fast spitz, ohne verlängerten Stirnrand, ohne Ausfurchung. — **Aaγ I 1,†.** Der obere Zahn kurz und stumpf, der untere nur wenig schwächer, abgerundet: 33. *M. rotundata* A. Br. in Angola (Frucht fast rund, fast horizontal. Ringspalten unkenntlich. Fruchtstiel 2—3 mal so lang als die Frucht); 34. *M. macrocarpa* Presl., Cap (Frucht länglich, schief aufsteigend. Ringspalten sehr groß und dicht gedrängt. Stiel ungefähr zweimal so lang als die Frucht). — **Aaγ I 1,††.** Der obere Zahn schärfer hervortretend, der untere ganz oder fast ganz verwischt: 35. *M. capensis* A. Br., im Capland. (Der obere Zahn kurz, kegelförmig. Frucht länger als breit, gegen die Spitze scharf abgeschnitten. Haare der Frucht anliegend. Blättchen meist ausgerandet oder zweilappig); 36. *M. Burchellii* A. Br., im Capland, wohl nur eine Subspecies zu 35, aber die Frucht nicht länger als breit, sehr klein. Haare der Frucht anliegend. Blättchen ganzrandig); 37. *M. biloba* W. im Capland. (Der obere Zahn stachelartig verlängert. Frucht nicht länger als breit, mit abstehenden Haaren. B. zweilappig oder dichotomisch vierlappig.) — **Aaγ I 2.** Frucht abgestutzt, mit verlängertem, ausgefurchtem Stirnrande: 38. *M. aegyptiaca* W., in Nordafrika und Südrussland. (Stirnrand breit ausgefurcht. Rückenkante sattelförmig. Seitenwand in der Mitte eingedrückt. Zahn sehr kurz und abgerundet); 39. *M. quadrata* A. Br. in Borneo. (Stirnrand der stärker zusammengedrückten, fast viereckigen Frucht schmal ausgefurcht. Oberer Zahn verlängert kegelförmig.) — **Aaγ II.** Stiel sehr lang, aus niedergebogener Basis aufsteigend, 5—6 mal so lang als die Frucht, letztere

schief aufgerichtet, berandet. Epidermiszellen beider Blattseiten mit Höckern: 40. *M. gibba* A. Br. in Centralafrika.

Aaδ. Nur der untere Zahn der Frucht deutlich, der obere mehr oder weniger verflacht oder ganz unmerklich.

AaδI. Fruchtstiel sehr kurz, aufrecht: 41. *M. angustifolia* R. Br. in Nordaustralien (Frucht fast horizontal, an der Bauchseite ausgefurcht. Haare der Frucht glatt. Blättchen schmal mit der größten Breite in der Mitte). — **AaδII.** Fruchtstiel mäßig verlängert, 1—2mal so lang als die Frucht, niederliegend oder abwärts gebogen. — **AaδII1.** Raphe äußerst kurz, der obere Zahn noch ziemlich deutlich: 42. *M. Ernesti* A. Br., in Caracas. (Fruchtstiel $^3/_4$ bis $1^1/_2$mal so lang als die Frucht. Dieselbe gegen den Stiel nur wenig geneigt, mit stark gewölbten Seitenwänden und dichtem Haarfilz. Haare warzig. Die Frucht reift unter der Erde.) — **AaδII2.** Raphe etwas verlängert, der obere Zahn verkümmert: 43. *M. mexicana* A. Br. in Mexico. (Stiel gerade, 1—$1^1/_4$mal so lang als die Frucht; letztere gegen den Stiel geneigt fast bis zur Horizontalen, stark zusammengedrückt. Fruchthaare glatt. 4—6 Sori); 44. *M. Berteroi* A. Br., in St. Domingo (Stiel gebogen, $^5/_4$—2mal so lang als die Frucht; letztere gegen den Stiel abwärts geneigt. 3—4 Sori. B. fast unbehaart); 45. *M. ancylopoda* A. Br. in Guayaquil. (Fruchtstiel absteigend und hakenförmig zurückgebogen. Blätter grau behaart, fast seidenglänzend.)

Aaε. Frucht ohne Raphe und ohne Zähne. Der Stiel unter der Frucht nur etwas verdickt. An Stelle des oberen Zahnes ein länglicher Fleck: 46. *M. mutica* Mett. in Neucaledonien. (Fruchtstiel bald auf-, bald absteigend, $1^1/_2$—2mal so lang als die Frucht; letztere fast stielrund; Haare derselben glatt.)

Ab. Blätter mit Interstitialstreifen aus Sklerenchymzellen.

Abα. Fruchtstiel dünn, aufrecht, gerade, lang, $2^1/_2$—6mal so lang als die Frucht; letztere mit zwei deutlichen Zähnen, berandet und gerippt. Fruchthaare angedrückt, hinfällig, feinwarzig. Blättchen ganzrandig, kahl: 47. *M. coromandeliana* W., in Ostindien (Frucht aufrecht, länger als breit. 4—6 Sori); 48. *M. trichopus* Lepr., in Senegambien (Frucht etwas geneigt, wenig länger als breit. 3—4 Sori); 49. *M. muscoides* Lepr., in Senegambien (Frucht fast horizontal, nicht länger als breit, sehr klein. 2—3 Sori). — **Abβ.** Fruchtstiel hin und her gebogen, niedergelegt oder absteigend, $2^1/_2$—3mal so lang als die Frucht. Der obere Zahn der Frucht sehr schwach, flach gerundet. Frucht gegen den Stiel zurückgelegt, nicht berandet. Haare der Frucht bleibend, lang, glatt. Die Frucht reift unter der Erde. Die Blättchen am Stirnrande wellig oder gekerbt: 50. *M. distorta* A. Br., in Senegambien.

B. Haut der Frucht sich ablösend, eine äußere, locker anliegende, glänzend schwarze Schale*) um die Frucht bildend. (Die reife Frucht ohne Haare, ohne vortretende Zähne, zusammengedrückt, mit langer Raphe. Der kurze Fruchtstiel vorwärts geneigt.)

Ba. Die Schale der Frucht deutlich punktiert. Die Frucht gegen den Stiel horizontal: 51. *M. nubica* A. Br., in Nubien. — **Bb.** Die Schale undeutlich punktiert. Die Frucht gegen den Stiel abwärts gebogen: 52. *M. gymnocarpa* Lepr., in Senegambien.

Baker führt noch *M. concinna* n. sp., Paraguay an; es scheint jedoch, dass dieselbe als eine Varietät von *M. Ernesti* aufzufassen ist; ebenso dürfte *M. condensata* Bak. n. sp. aus Scindia nur eine Var. von *M. aegyptiaca* sein.

Pilularia Vaill. Blatt stets ohne Spreite, sonst die Ausbildung der Vegetationsorgane im wesentlichen wie bei *Marsilia*. Sporenfrüchte einzeln am Grunde eines Blattes, aber extraaxillär. Reife Frucht eine kurzgestielte, kugelige, 2- bis 4-fächerige Kapsel mit harter, mehrschichtiger Fruchtschale. Sporangien eines Sorus (Faches) an

---

*) Die für das bloße Auge schwarze Färbung hat ihren Sitz in der Haut, und die gefärbte Schicht löst sich als eine zusammenhängende, etwas spröde Schale von der Frucht ab, so dass man sie leicht im Ganzen oder in einigen großen Stücken abheben und dadurch die innere, dickere und härtere, matt hellbraune Schale entblößen kann. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass die sich ablösende äußere Schale nicht die ganze Haut darstellt, sondern nur von den stark verdickten, nach außen gekehrten Deckwänden und dem angrenzenden, bis über die halbe Tiefe der Hautzellen herablaufenden Teil der Seitenwände gebildet wird.

An dieses sonderbare Verhalten der beiden oben unter **B** genannten Arten zeigen manche andere Arten dadurch eine gewisse Annäherung, dass die reifen Früchte eine Haut besitzen, welche sich abreiben lässt. Dies ist namentlich bei den australischen Arten der Fall, welche die Nardu-Früchte liefern, die, von den Eingeborenen gesammelt, nicht bloß ihrer Haare beraubt, sondern zum Teil auch durch Abreibung der Haut geglättet zu uns kommen, wahrscheinlich infolge absichtlicher Reibung und Schüttelung.

einer von einem Leitbündel und Seitenästen desselben durchzogenen, wandständigen, von der Basis nach dem Scheitel aufsteigenden Placenta, welche oben vorwiegend die Mikrosporangien, unten die Makrosporangien trägt. Bei der Keimung quillt das Gewebe im Inneren der Frucht bis zu einer hyalinen Schleimmasse auf, die Fruchtschale weicht in 2 oder mehr Klappen auseinander, die Schleimmasse führt die ebenfalls durch Quellungsvorgänge frei gewordenen Mikro- und Makrosporen mit sich heraus und bildet außerhalb der Fruchtwand einen Tropfen, in welchem die Entwickelung der Prothallien, Antheridien und Archegonien, schließlich auch die Befruchtung stattfindet, nachher erst zerfließt der Schleim. Über den Embryo vergl. man S. 415. — 6 Arten.

A. 2 Sori, Frucht daher zweifächerig. — **Aa.** Fruchtstiel absteigend, lang. Frucht zurückgebogen (anatrop). In jedem Fach nur eine Makrospore; dieselbe ohne Einschnürung: 1. *P. minuta* Dur., Mittelmeergebiet. — **Ab.** Fruchtstiel kurz, nur so lang wie die Frucht, letztere nur etwas geneigt oder aufrecht. In einem Fach 10—12 Makrosporen: 2. *P. Novae Zealandiae* Kirk, Neuseeland.

B. 2—4 Sori, Frucht oft drei-, mitunter aber auch 2- und 4-fächerig. — **Ba.** Fruchtstiel absteigend, kurz, mit einer kurzen Raphe schief an der Frucht ansitzend. 30—50 Makrosporen; dieselben ohne Einschnürung: 3. *P. americana* A. Br., im außertropischen Amerika.

C. Stets 4 Sori, Frucht vierfächerig. — **Ca.** Fruchtstiel aufrecht, sehr kurz. Keine Raphe. 50—100 Makrosporen, mit einer Einschnürung über der Mitte: 4. *P. globulifera* L. in Europa. — **Cb.** Fruchtstiel verlängert: 5. *P. Mandoni* A. Br. in Bolivia, bei ca. 5000 m in alpiner Region (Fruchtstiel absteigend oder aufsteigend. Keine Raphe); 6. *P. Novae Hollandiae* A. Br., in Australien. (Fruchtstiel absteigend, Ende des Fruchtstiels horizontal mit der Frucht verbunden, eine Raphe bildend. Sporen ohne Einschnürung.)

Fossile Marsiliaceae (von H. Potonié).

Die als *Marsilia* und *Pilularia* angegebenen fossilen Reste sind fragwürdig. Vielleicht hat A. Braun Recht, den von Marion aus dem Tertiär von Ronzon (Haute-Loire) als Leguminosen-Frucht unter dem Namen *Ronzocarpon hians* beschriebenen Rest als ein Sporocarpium von *Marsilia* anzusehen.

Aus mesozoischen Schichten (Keuper?) bei Haywood in Nordcarolina bildet Eb. Emmons (1856) vier in einer Ebene liegende, an einem Punkte inserierte, breit-keilförmige, ganzrandige, am Gipfel abgerundete Blättchen, jedes von fast 5 cm Länge ab, ein Rest, den E. als *Sphenoglossum quadrifolium* beschreibt und der durchaus an eine große *Marsilia*-Blattspreite erinnert. Nach der Diagnose E.'s (p. 334—335) besitzt die Art 2 oder 4 Blättchen. Das erwähnte Stück besaß 3 Blättchen, eins hat E. restauriert. Die Aderung ist unklar.

Eine größere Wahrscheinlichkeit für die Richtigkeit der systematischen Unterbringung bei den *M.* in die Nähe von *Marsilia* oder bei dieser Gattung selbst gewähren die als *Sagenopteris* Presl aus dem Rhät bis zur unteren Kreide, namentlich aus dem Jura beschriebenen Blätter; sie sind langgestielt, und die Stiele tragen 4 Blättchen mit einfacher Maschenaderung ohne Mittelader. Die Blättchen können bis 10 cm lang sein, besitzen eine im ganzen meist schief-verkehrt-eiförmige, andere Reste z. B. eine nierenförmige Contour, wieder andere zeigen lange, schmale Blättchen und sind insofern untereinander ungleich groß, als die beiden nach abwärts gerichteten Blättchen die im Leben sich alle 4 in derselben Ebene wie der Blattstiel befanden, oft etwas kleiner sind, jedenfalls etwas andere Größenverhältnisse zeigen, als die beiden nach aufwärts gerichteten Blättchen. Diese Eigentümlichkeit ist insofern bemerkenswert, als diejenigen der Primärblätter von *Marsilia*, die den typischen Laubblättern unmittelbar vorausgehen, ganz genau den Bau der *Sagenopteris*-Blätter aufweisen, indem auch die ersteren, in einer Ebene mit dem Stiel befindliche Blättchen besitzen, auch sonst in Form und Anheftung sich ganz wie *Sagenopteris* verhalten. Die Annahme, dass die in Rede stehenden Primärblätter durch ihre Eigenartigkeit auf Besonderheiten ihrer Vorfahren weisen, dass also die Ontogenese von *Marsilia* auf die Phylogenese der Familie weist, liegt bei einem Vergleich mit *Sagenopteris*, einer Gattung, die sich durch die erwähnte Thatsache leicht als Marsiliacee auffassen lässt, nahe.

Marattiales.

Merkmale die der einzigen Familie:

Marattiaceae

von

G. Bitter.

Nebst Bemerkungen über die fossilen Formen von H. Potonié.

Mit 78 Einzelbildern in 22 Figuren.

(Gedruckt im Januar und Februar 1900.)

Wichtigste Litteratur. Vergl. auch diesen Band der Nat. Pflanzenfam. p. 1, 13, 29, 39. — Systematik und Geographie: Kunze, Analecta pteridographica. Leipzig, 1837. — De Vriese et Harting, Monographie des Marattiacées, suivie de recherches sur l'anatomie, l'organogénie et l'histiogénie du genre Angiopteris et de considérations sur la structure des fougères en général. Leide et Dusseldorf 1853 (Hier die vorhergehende systematische Litteratur über Marattiaceen erschöpfend behandelt). — Mettenius, Filices Horti bot. Lipsiensis. 1856. — Lyell, K. M., A geographical handbook of all the known ferns. London 1870. — Hooker and Baker, Synopsis Filicum. London 1874. — Scott, Notes on the Tree-Ferns of British Sikkim etc. Transact. Linn. Soc. London 1874. — Luerssen, Zur Flora von Queensland I. Gefäßkryptogamen. Journal des Museum Godeffroy Heft VIII 1875. — Ders., Handbuch der systematischen Botanik. Bd. I. Leipzig 1879. — Beddome, Handbook of the Ferns of British India, Ceylon and the Malay Peninsula. Calcutta, 1883. — Ders., Ferns collected in Perak by Father Scortechini. (Journ. of Bot. XXV, 1887). — Hillebrand, Flora of the Hawaiian Islands. London, New-York und Heidelberg, 1888. — Kuhn, Farne in Forschungsreise S. M. S. Gazelle. Teil IV. Botanik. Berlin, 1889. — Maiden, Australian indigenous plants providing human foods and food-adjuncts (Proc. Linn. Soc. New South Wales II. series, vol. III., Sydney, 1889). — Cordemoy, Flore de l'île de la Réunion. Fasc. I. Cryptogames vasculaires. Bull. d. l. Soc. d. sc. et d. arts de l'île de la Réunion. 1890/91. S. Denis (Réunion), 1890. — Campbell, On the affinities of the Filicinae. Bot. Gaz. XV. 1890. — Ders., On the relationships of the Archegoniata Bot. Gaz. XVI. 1891. — Baker, A summary of the new Ferns which have been discovered or described since 1874. Annals of Botany. Vol. V. 1891. p. 498. — Ders., On the vascular Cryptogamia of the Island of Grenada. Ann. of Bot. VI, 1892. — Prantl, Das System der Farne. Arb. a. d. Kgl. bot. Garten zu Breslau I., 1892. — Christ, Pteridophyten in: Reinecke, Die Flora der Samoa-Inseln (Engler's Jahrb. XXIII. 1896). — Ders., Die Farnflora von Celebes (Ann. Jard. bot. Buitenzorg XV. 1. 1898). — Ders., Die Farnkräuter der Erde. Jena, 1897. — Raciborski, Die Pteridophyten der Flora von Buitenzorg. Leiden, 1898. p. 1. — Christ, Filices insularum Philippinarum. Bull. de l'Herbier Boissier 1898. — Christ und Giesenhagen, Pteridographische Notizen. 1. Archangiopteris n. g. Marattiacearum. Flora 1899. Bd. LXXXVI. p. 72.

Entwickelungsgeschichte: Hofmeister, Beiträge zur Kenntniss der Gefäßkryptogamen II. (Abh. kgl. sächs. Akad. Wiss. V.). — Tschistiakoff, Matériaux pour servir à l'histoire de la cellule végétale. Ann. sc. nat. V. Sér. T. XIX. 1874. — Strasburger, Über Scolecopteris elegans Zenker, einen fossilen Farn aus der Gruppe der Marattiaceen. Jenaische Ztschr. f. Nat. VIII, 1874. — Luerssen, Beiträge zur Entwickelungsgesch. d. Farnsporangien I. Das Sporangium der Marattiaceen 2. Abtl. (Mitt. a. d. Gesamtgeb. d. Bot. v. Schenk u. Luerssen, Bd. II. 1874). — Ders., Über die Entwickelungsgeschichte des Marattiaceenvorkeimes. (Bot. Ztg. 1875, No. 32). — Jonkman, Über die Geschlechtsgeneration der Marattiaceen. Actes du Congrès internat. de botanistes. Amsterdam, 1877. — Ders., Über die Entwickelungsgeschichte des Prothalliums der Marattiaceen. Bot. Ztg. 1878. — Ders., De geslachtsgeneratie der Marattiaceen. Utrecht, 1879. — Ders., Over de Keimung van Kaulfussia aesculifolia. Arch. Néerlandaises, 1879. — Goebel, K., Beiträge zur vergl. Entwickelungsgeschichte der Sporangien. Bot. Ztg., 1881. — Campbell, On the prothallium and embryo of Osmunda Claytoniana L. and O. cinnamomea L. Ann. of

Bot. VI. 1892. — Farmer, On the embryogeny of Angiopteris evecta Hoffm. Annals of Botany VI. 1892, p. 265 und Proc. Royal Soc. LI p. 471. — Campbell, Observations on the development of Marattia Douglasii (Baker). Annals of Botany VIII. p. 1 ff. 1894. — Ders., Notes on the development of Marattia Douglasii. Proc. Am. Ass. XLII. p. 262, 1894, ferner Bot. Gaz. XVIII. — Ders., The origin of the sexual organs of the Pteridophyta Bot. Gaz. XX. p. 76. 1895. — Ders., The structure and development of the mosses and ferns (Archegoniatae). London und New-York. 1895. — Jonkman, Embryogenie von Angiopteris und Marattia. Botan. Centralbl., LXVI. 1896, ferner Arch. Néerl. d. sc. exactes et naturelles XXX. Versl. v. d. Zitt. d. Wis. en Naturk. Afd. Knkl. Akad. van Wetenschapen IV. Maandbl. van Naturwetensch. XX. — Bower, Preliminary statement on the sorus of Danaea. Ann. of Bot. X. p. 105, 1896, ferner in Proc. Royal Soc. LIX. p. 141. — Brebner, On the prothallus and embryo of Danaea simplicifolia Rudge. Ann. of Bot. X. p. 109. 1896.

Morphologie und Anatomie: Hofmeister, Abh. math.-phys. Kl. d. kgl. sächs. Gesellsch. d. Wiss. V. — Mettenius, Über den Bau von Angiopteris (Abh. kgl. sächs. Ges. d. Wiss. VI. 1863). — Frank, Beiträge zur Pflanzenphysiologie 1868. — Reinke, Zur Geschichte unserer Kenntnisse vom Bau der Wurzelspitze. Bot. Ztg. 1872. — Russow, Vergl. Untersuchungen betreffend die Histiologie der vegetativen u. sporenbildenden Organe u. die Entwickelung der Sporen der Leitbündel-Kryptogamen, mit Berücksichtigung d. Histiologie der Phanerogamen, ausgehend v. d. Betrachtung der Marsiliaceen. Mém. de l'Acad. d. sc. de St. Pétersbourg VII. Sér. vol. XIX. 1872. — Luerssen, Über die Spaltöffnungen von Kaulfussia Bl. (Botan. Zeitung, 1873, No. 40). — Ders., Über centrifugales locales Dickenwachstum innerer Parenchymzellen der Marattiaceen (Bot. Ztg. 1873, No. 41). — Ders., Untersuchungen über die Intercellularverdickungen im Grundgewebe der Farne. Sitz. ber. d. Naturf. Ges. Leipzig 1875. — Costerus, Het wezen der lenticellen en hare verspreiding in het plantenrijk. Inaug.-Diss. Utrecht 1875. — Ders., Sur la nature des lenticelles et leur distribution dans le règne végétal. Arch. Néerlandaises T. X. — Holle, Über Bau und Entwickelung der Vegetationsorgane der Ophioglosseen. Bot. Ztg. 1875. — Ders., Kgl. Gesellschaft d. Wiss. zu Göttingen. Sitzung vom 8. Jan. 1876. p. 20 der Göttinger Nachrichten. — Ders., Vegetationsorgane der Marattiaceen. Bot. Ztg. 1876). — De Bary, Vergl. Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig 1877. — Buchanan, On the rootstock of Marattia fraxinea Sm. Journ. Linn. Soc. XVI., ferner in Transact. and proceed. of the New-Zealand Institute IX. 1877. — Potonié, Anatomie der Lenticellen der Marattiaceen, Jahrb. d. Bot. Gartens Berlin I. p. 307, 1881. — Schwendener, Über das Scheitelwachstum der Phanerogamenwurzeln. Sitzber. Kgl. Akad. d. Wiss. Berlin 1882. — Van Tieghem. Sur quelques points de l'anatomie des cryptogames vasculaires Bull. Soc. botan. de France 1883. — Bower, Preliminary note on the apex of the leaf in Osmunda and Todea (Proc. Royal Soc. London XXXVI. 1883/84). — Ders., On the comparative morphology of the leaf of the vascular cryptogams and gymnosperms. Phil. Trans. Royal Soc. London 1884, Part. II. — Klebahn, Die Rindenporen. Jenaische Ztschr. f. Naturwissensch. Bd. XVII. 1884. — M. Moebius, Die mechanischen Scheiden der Secretbehälter. Pringsh. Jahrb. Bd. XVI. 1885 (vergl. dens. in der Festschrift für Schwendener 1899). — Preuss, Die Beziehungen zwischen dem anatomischen Bau und der physiologischen Funktion der Blattstiele und Gelenkpolster. Berliner Inaug.-Diss. 1885. — Monteverde, Über krystallinische Ablagerungen bei Marattia. Arbeiten der St. Petersburger Naturf. Ges. 1886, XVII (Russ.) Ref. in Bot. Centralbl. 1887. — Berthold, Studien über Protoplasmamechanik. Leipzig 1886. p. 32 ff. — Schenck, Über die Stäbchen in den Parenchymintercellularen der Marattiaceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. IV. 1886. — Thomae, Die Blattstiele der Farne. Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie. Pringsh. Jahrb. f. w. B., Bd. XVII. 1886. — Monteverde, Sur la présence des oxalates de calcium et de magnésium dans les végétaux (St. Petersbourg 1889. (Russ.) Ref. im Bot. Centralbl. XLIII. 1890). — Leclerc du Sablon, Observations sur la tige des Fougères Bull. Soc. bot. France t. XXXVI. 1889. — Ders., Recherches sur la formation de la tige des Fougères. Ann. sc. nat. VII. Sér., T. XI. — Hansen, Über Sphaerokrystalle. Arb. Bot. Inst. Würzburg. Bd. III. 1889. — Kühn, R., Untersuchungen über die Anatomie der Marattiaceen und anderen Gefäßkryptogamen. Flora 1889. — Ders., Über den anatomischen Bau von Danaea. Flora 1890. — Radlkofer, Über die Gliederung der Familie der Sapindaceen. Sitz.-Ber. d. math. phys. Kl. d. Kgl. bayr. Akad. d. Wiss. 1890. Bd. XX. — Schwendener, Nochmals über die optisch anomale Reaktion des Traganth und Kirschgummis. Sitz.-Ber. kgl. pr. Akad. d. W. Berlin 1890. — Poirault, Sur les tubes criblés des Filicinées et des Équisétinées. Comptes rend. d. séances de l'Acad. d. sc. CXIII. p. 232, 1891. — Mangin, Étude historique et critique sur la présence des composés pectiques dans les tissus des végétaux.

Journ. d. Bot. V. 1891, VI, 1892. — Belzung et Poirault, Sur les sels de l'Angiopteris evecta, et en particulier le malate neutre de calcium. Journ. de Bot. VI. p. 286. 1892. — Strasburger, Histologische Beiträge IV. p. 116. 1892. — Mangin, Recherches sur les composées pectiques, Journ. de Bot. VII. p. 122 ff. 1893. — Poirault, L'oxalate de calcium chez les Cryptogames vasculaires. Journ. de Bot. VII. p. 72. 1893. — Ders., Recherches anatomiques sur les Cryptogames vasculaires. Ann. des sc. nat. Bot. VII. Sér. T. XVIII p. 113 ff. 1893. — Brebner, On the mucilage-canals of the Marattiaceae. Journ. Linn. Soc. London. XXX. p. 444. 1895. — L. Koch, Über Bau und Wachstum der Wurzelspitze von Angiopteris evecta. Pringsheim's Jahrb. f. w. B. XXVIII. p. 369. 1895. — Janse, Les endophytes radicaux de quelques plantes javanaises. Ann. Jard. bot. Buitenzorg XIV. 1896. — Hannig, Über die Staubgrübchen an den Stämmen und Blattstielen der Cyatheaceen und Marattiaceen. (Bot. Ztg. 1898. Bd. LVI. I. Abteilung p. 9). — Lutz, Sur l'origine des canaux gommifères des Marattiacées. Journ. de Bot. XII. 1898.

Merkmale. Sori stets auf der Unterseite der Blätter, mit rundem oder langgestrecktem (bis linealem) Receptaculum, das meistens niedrig ist, selten einen kleinen Stiel bildet; Sori meist auf den mehr oder weniger parallelen, primären Seitenadern der Fiedern, vereinzelt aber auch auf anastomosierenden Adern höherer Ordnung. Indusium vorhanden oder fehlend. Sorus entweder aus mehr oder weniger zahlreichen, freien, in zwei Reihen geordneten Sporangien gebildet oder ein gefächertes Synangium; dieses öffnet sich entweder zweiklappig, oder es besitzt einen centralen Hohlraum, oder die einzelnen Fächer werden durch besondere, runde Pori nach außen entleert. Sporangien aus mehreren Zellschichten gebildet (Eusporangiatae), wenn frei, so öffnen sie sich nach innen mit mehr oder weniger langem Schlitz. Ring meist fehlend, wenn vorhanden, von geringer Ausdehnung. Sporen sämtlich aus einer einzigen, mehr oder weniger würfelförmigen Zelle (Archespor) hervorgehend, welche die hypodermale Endzelle der axilen Zellreihe der Sporangienanlage ist. Sporen kugelig-tetraëdrisch oder bilateral. — Prothallium chlorophyllführend, langlebig, von verschiedener Gestalt, in den centralen Partien mehrschichtig polsterförmig, monöcisch. Geschlechtsorgane dem Prothallium eingesenkt. Embryo aufrecht, später das Prothallium oben durchbrechend. — Ausdauernde Gewächse von bisweilen ansehnlichen Dimensionen, häufig mit aufrechtem, wenn auch nur niedrigem Stamm, seltener mit kriechendem Rhizom. Die in der Knospenlage eingerollten Blätter werden in ihrer Jugend von den meist mächtig entwickelten Nebenblättern bedeckt, sie sind selten völlig ungeteilt oder gefingert, meist einfach- oder mehrfach-gefiedert, manchmal sehr groß. Vielfach kommen Gelenkpolster vor: entweder an den Blattstielen selbst oder nahe dem Grunde der Fiederstiele. Ein äußerer, morphologischer Unterschied zwischen fertilen und sterilen Blättern besteht nur bei einer Gattung (*Danaea*). — Die Gefäßbündel von Stamm und Blatt sind concentrisch, und zwar periphloëmatisch gebaut. Endodermis nur an der Wurzel vorhanden. Außerdem sind die Marattiaceen anatomisch durch den Besitz von Schleimgängen und Gerbstoffzellen ausgezeichnet.

A. Prothallium und Sexualorgane.

Die geschlechtliche Generation ist bei Vertretern sämtlicher Gattungen mit Ausnahme der erst jüngst bekannt gewordenen Archangiopteris untersucht worden. Die mit warzigem Exosporium versehenen, reifen Sporen können bei derselben Species bilateral sein mit nur einer Leiste oder kugeltetraëdrisch (radiär) mit drei Leisten auf einer Seite; die erstere Form überwiegt bei *Marattia*, die letztere bei *Angiopteris*. Verschiedenheiten in der Vorkeimentwickelung, ob sich nämlich zuerst ein Zellfaden oder gleich eine Zellfläche oder auch ein Zellkörper (letzteres häufig bei *Angiopteris*) bildet, sind nicht mit den zweierlei Formen der Sporen in Verbindung zu bringen, vielmehr wird die anfängliche Fadenbildung auf Licht- und Raummangel zurückzuführen sein (Jonkman).

Chlorophyllbildung tritt erst kurz vor der Keimung ein. Nach der Sprengung des Exosporiums schwillt die erste Vorkeimzelle zu einer ansehnlichen Kugel an mit großen, wandständigen Chlorophyllkörnern. Schon in den ersten Teilungsstadien macht sich ein Unterschied geltend, je nachdem das Prothallium sich später mehr flächenförmig oder als Zellkörper entwickelt (vergl. Pteridophyta p. 23).

Beim Flächenprothallium wird nach der Vierteilung der Primärzelle meist nur einer der beiden oberen Quadranten zur zweischneidigen Scheitelzelle, die eine Zeitlang nach rechts und links Segmente abgliedert, bis sie selbst durch eine in ihr auftretende Tangentialwand zum Range einer gewöhnlichen Randzelle, die sich abwechselnd tangential und radial teilt, herabsinkt. Sehr früh kommt es an der Basis des Prothalliums zu Zellteilungen parallel der Fläche (die sich immer weiter centrifugal fortsetzen), zugleich werden unterseits die ersten Wurzeln gebildet.

Anders ist der Entwickelungsgang, wenn sich an der Spitze ein Zellkörper entwickelt. Zugleich mit der ersten Zellteilung oder sogar von der noch ungeteilten Primärzelle wird bereits die erste Haarwurzel gebildet. Hier folgt auf die Bildung von Quadranten noch die von Oktanten, von denen die 4 oberen die weitere Entwickelung des Prothalliums übernehmen, während die 4 unteren sich nur noch wenig teilen und hauptsächlich Rhizoïden bilden. In den oberen Oktanten erfolgt nun häufig Teilung parallel zur Oberfläche, im übrigen unterscheiden sich diese Prothallien nicht weiter von den mehr flächenförmigen, auch sie haben später eine Scheitelzelle, die schließlich neben radialen auch tangentiale Teilungen bekommt. Auf verschiedene individuelle Abweichungen von diesem Entwickelungsgange oft bei derselben Art kann hier nicht eingegangen werden. Erwähnung verdient noch, dass bei *Marattia* die Flächenform und die Form von Zellkörpern als Anfang des Prothalliums fast in gleicher Zahl auftreten, während bei *Angiopteris* die Bildung von Zellkörpern entschieden überwiegt.

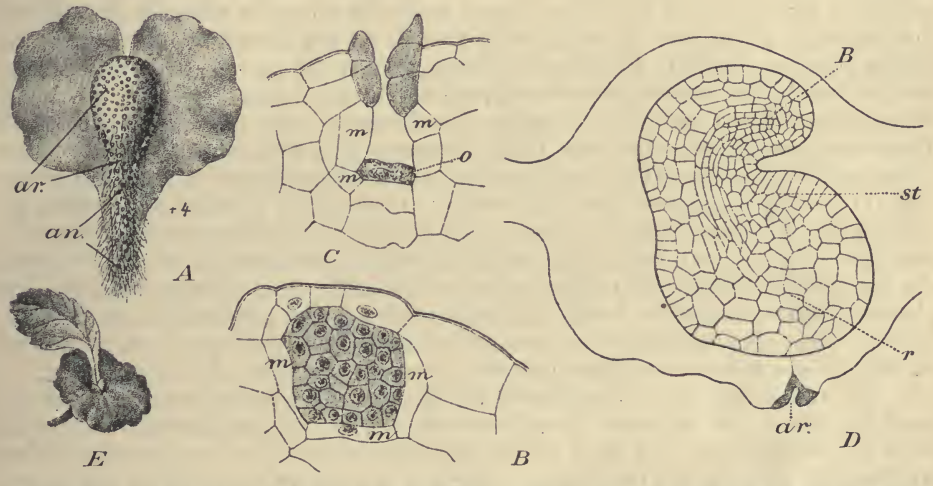


Fig. 236. *A*, *E Angiopteris; B—D Marattia Douglasii* Baker. *A* Prothallium von der Unterseite, *ar* Archegonien, *an* Antheridien. *B* Antheridium im Durchschnitt, noch nicht geöffnet, oben die Deckelzellen, *m* die Mantelzellen. *C* Archegonium, *o* die Eizelle, *m* Mantelzellen, oben der bereits offene Halskanal. *D* Junger Embryo, *ar* Archegonium. *B* erstes Blatt, *st* Anlage des Stammes, *r* Wurzel. *E* Keimling, aus dem Prothallium hervorgebrochen, bereits mit einem noch ungeteilten Wedel. (*A* nach Jonkman; *B—D* nach Campbell; *E* nach Farmer.)

Die fleischigen, dunkelgrünen Prothallien der Marattiaceen haben eine lange Lebensdauer nicht nur dann, wenn sie nicht befruchtet werden, sogar nach der Durchbrechung durch den Sporophyten vegetieren sie noch weiter. (Campbell erwähnt, dass er Prothallien von *M. Douglasii* bereits über 2 Jahre bei lebhaftem Wachstum zu erhalten vermocht hat). Aus der anfänglich breit eiförmigen Gestalt wird ungefähr um die Zeit, wo die Scheitelzelle sich in mehrere Initialen teilt, durch stärkeres Wachstum der seitlichen Teile ein tiefherzförmiges Gebilde, wodurch der Scheitel ebenso wie bei den meisten Eufilicineen eingesenkt erscheint (Fig. 236, *A*). Die endgültige Gestalt der manchmal über 2 cm großen Prothallien ist bei den einzelnen untersuchten Arten etwas verschieden, bei *Marattia* breitherzförmig mit Zuspitzung nach der Basis, bei *Angiopteris* annähernd kreisförmig (Fig. 236, *E*), bei *Danaea* nierenförmig und unregelmäßig gelappt. Außerdem

sind adventiv aussprossende Prothallien an den Basalteilen älterer nicht selten. Bei verschiedenen Marattien ist an allen Prothallien Dichotomie beobachtet worden, wie bei den Osmundaceen, »mit denen unsere Familie überhaupt in der Prothallienentwickelung manche Übereinstimmung zeigt«.

Die Rhizoiden sind gewöhnlich von ihrer Mutterzelle durch eine Querwand abgetrennt; nur an dem ersten Rhizoid unterbleibt bei *Angiopteris* häufig, bei *Marattia* selten diese Wandbildung; sonst besitzen die Rhizoiden bei beiden Gattungen keine Septa, im Gegensatz zu *Danaea*, wo sie 3—4 Querwände haben. Sie werden in der ersten Zeit von Randzellen oder deren Nachbarinnen entsandt, später hauptsächlich von dem in der Mitte des Prothalliums bis nahe an den Vegetationspunkt längsverlaufenden Polster (Fig. 236, *A*), das durch seine starke Entwickelung (manchmal 20 Zellschichten dick) an den Vorkeim der Osmundaceen erinnert.

Die Oberseite des bis auf die Randzellen mehrschichtigen Prothalliums ist bei *Marattia Douglasii* (auch wohl bei anderen) stark cuticularisiert.

Die Vorkeime sind monöcisch (Fig. 236, *A*) mit geringer Inklination zur Dioecie: schwache Exemplare entwickeln nur Antheridien. Die männlichen Geschlechtsorgane (vergl. Pteridophyta, p. 25) werden sowohl auf der Unter- als auch auf der Oberseite gebildet, manchmal bis nahe an den Rand, aber nie auf diesem selbst. Im Gegensatz zu den Eufilicineen ragen sie nicht papillenartig über die Oberfläche hervor. Eine Oberflächenzelle teilt sich in eine äußere Deckzelle und eine innere, die Urmutterzelle der Spermatozoiden. Aus der Deckzelle wird durch dreimal sich wiederholendes Herausschneiden eines kleineren Zellstückes infolge Membranbildung ein Komplex von 4 Zellen, von denen die fast dreiseitige, mittlere die kleinste ist und beim Austritt der Spermatozoiden abgestossen wird, die äußeren 3 Zellen können sich noch weiter teilen, ebenso wie die dem Antheridium benachbarten Zellen, welche durch besondere Teilungen Antheridien-Mantelzellen bilden. Die Spermatozoiden-Urmutterzelle lässt durch wiederholte Zweiteilung eine größere Zahl von Zellen entstehen (Fig. 236, *B*). Aus diesen Mutterzellen gehen die nur zwei Windungen aufweisenden Spermatozoiden hervor. Ihr Bau ist von Strasburger genauer untersucht worden. Die Zahl der in einem Antheridium gebildeten Spermatozoiden ist sehr verschieden: Jonkman giebt für *Marattia* und *Angiopteris* 20—500 an, bei *Danaea* sind gewöhnlich 20, in Antheridien jedoch, die aus Zellen des erwachsenen Thallus hervorgegangen waren, bisweilen nur 4 beobachtet worden, zugleich mit Abweichungen im Aufbau der Antheridien von dem gewöhnlichen mit *Marattia* übereinstimmenden Verhalten der *Danaea*. An schwachen Prothallien von *Angiopteris* ist der Bau der Antheridien bisweilen einfacher als an wohlentwickelten.

Die viel später als die Antheridien auftretenden Archegonien sind meist auf das mediane Polster der Unterseite beschränkt (Fig. 236, *A*: *ar*), nur selten trifft man sie auch auf der Oberseite und dann nur in kleineren Gruppen. In der Entwickelung der Archegonien stimmen die Marattiaceen mehr mit den Eufilicineen überein als in derjenigen der Antheridien. Jedoch erheben sich die weiblichen Geschlechtsorgane ebenfalls nur wenig über die Thallusoberfläche (ähnlich wie bei den Ophioglossaceen). Die 4 äußeren Halszellenreihen sind aus einer geringeren Zahl von Zellen zusammengesetzt als bei den Eufilicineen, meist nur 2—4, selten in einer oder zwei der Reihen 5. Nach Verschleimung und Ausstoßung der 2—3 dicken Halskanalzellen wird das ursprünglich nur kleine Ei empfängnisfähig (Fig. 236, *C*: bei *o*). Mantelzellen (*m*) werden nicht immer vollständig um das Archegonium herum angelegt, wie es beim Antheridium der Fall ist.

B. Die Entwickelung des Embryos.

Nach der Befruchtung vergrößert sich das Ei stark. Es erfolgt sodann Bildung einer senkrecht zur Archegoniumaxe stehenden Basalwand, durch weitere Teilungen entstehen Kugeloktanten. Eine Zeitlang wachsen diese unter steten Teilungen selbständig, später, bei der Bildung der primären Organe, geht diese Unabhängigkeit verloren. Die Marattiaceen unterscheiden sich von den Eufilicineen durch die Stellung der Embryos

zum Archegonium. Das erste Blatt und der Stammscheitel sind der Mündung des Archegoniums ab-, die Wurzel ihr zugekehrt (Fig. 236, *D*). Wegen dieser Lagerung muss der junge Sporophyt später das Prothallium durchwachsen (Fig. 236, *E*). Gewöhnlich entsteht das erste Blatt aus dem vorderen, epibasalen Oktantenpaar, der Stammscheitel aus dem hinteren, in einzelnen Fällen ist bei *Danaea* auch das umgekehrte Verhalten beobachtet worden. Bei *Angiopteris* (Fig. 236, *E*) und *Danaea* besitzt das erste Blatt eine deutliche Mittelrippe, *Marattia Douglasii* dagegen hat an dem schwach zweilappigen Primärblatt dichotome Aderung; an den darauf folgenden Blättern findet der allmähliche Übergang von der Dichotomie zur Fiederaderung mit den entsprechenden Veränderungen in der äußeren Blattgestalt statt, nur die letzten Verzweigungen der Adern in den Blättchen sind auch an den höchstentwickelten Blättern dichotom. Aus den vorderen hypobasalen Oktanten geht die Primärwurzel, aus den hinteren der Fuß der Sporophyten hervor. Weder das Primärblatt, noch die Wurzel wächst mit einer Scheitelzelle, bei jenem ist ein terminales Meristem, bei dieser sind 4 Scheitelzellen beobachtet worden. Am jugendlichen Stamm ist bei *Marattia* eine Scheitelzelle vorhanden, bei *Angiopteris* ein Meristem aus mehreren Zellen.

C. Morphologie des erwachsenen Sporophyten.

Wurzeln. An jungen Pflanzen wird gewöhnlich an der Basis jedes Blattes nur eine Wurzel gebildet, an weiter entwickelten entstehen oft mehrere auch zwischen den Blattbasen direkt aus dem Stamm, sie sind verschieden lang, bisweilen schwach verzweigt. Bei *Angiopteris* und *Marattia* durchwachsen sie ohne Verzweigung meistens ein beträchtliches Stück des peripheren Stammgewebes nach unten, bevor sie an die Oberfläche hervortreten. Nicht selten werden auch noch die dicken Nebenblätter, welche den Stamm bedecken, von den Adventivwurzeln durchbrochen, eine Erscheinung, die auch bei anderen Pflanzen vorkommt (so werden z. B. die lebenden Blätter an den Ausläufern der Agaven von Adventivwurzeln durchwachsen). Die Gefäßbündel der Wurzeln schließen sich nicht, wie bei anderen Farnen an die äußeren Stammbündel, sondern an die im Inneren gelegenen an.

Die seit langem bestehende Controverse über das **Scheitelwachstum** der Marattiaceen-Wurzel scheint durch die Untersuchungen von Ludw. Koch an *Angiopteris* einen gewissen Abschluss erreicht zu haben. Aus einer großen, scheitelständigen Zelle gehen zugleich mit Abtrennung embryonalen Gewebes nach oben und unten (Ergänzung der Elemente von Wurzel und Wurzelhaube) vier mehr oder weniger gleich große Zellen hervor; von ihnen zeichnet sich eine dadurch aus, dass sie sich nach außen fächerförmig vergrößert, ohne wie die anderen Quadrantenzellen zugleich damit Teilungen einzugehen, und dass sie infolge ungleichmäßigen Wachstums des Scheitels in dessen Mitte rückt. Es besteht also eine gewisse Ähnlichkeit mit den Vorgängen am Stammscheitel der Gymnospermen.

Sämtliche, späteren Gewebe der Wurzel gehen aus einem einheitlichen, embryonalen hervor. Die Epidermis lässt sich nur eine kurze Strecke unter die Wurzelhaube verfolgen. Eine deutliche Abgrenzung der Embryonalgewebe, die zur Bildung der Außen- und Innenrinde berufen sind, besteht ebenso wenig wie eine solche zwischen den Bildungsgeweben für das centrale Gefäßbündel und für die Innenrinde.

Nur die dünneren Bodenwurzeln zeigen keine Abweichungen von dem oben dargestellten Scheitelwachstum. Bei den dickeren Bodenwurzeln und besonders bei den oberirdisch entwickelten dicken Stützwurzeln dagegen wird die Wachstumsintensität des Scheitelcomplexes geringer als die des benachbarten, lebhaft wachsenden embryonalen Gewebes. Vereinzelte Teilungen finden zwar noch im Scheitelcomplex statt (daher die Annahme zahlreicher Scheitelzellen bei Russow), aber zur Regeneration der verschiedenen Meristeme ist er nicht mehr befähigt. Seine innersten Zellen können ihre Turgescenz verlieren; durch ihr Zusammenfallen und späteres Zerreißen entsteht eine Gewebslücke, die sich im Laufe der Zeit infolge Absterbens benachbarter Zellen des Scheitels erweitert. In ihrem Wachstum werden die Stützwurzeln durch diesen Vorgang nicht

behindert, da das embryonale Gewebe auch ohne scheitelständigen Vegetationspunkt für die Neubildung genügt.

Der Verlauf der Gefäßbildung in der Wurzel ist als centrifugal zu bezeichnen. Die primären Gefäße werden in Form eines Vierstrahlers im Centrum gleichzeitig angelegt, später schließen sich daran dickwandigere, kleinere Gefäße, teilweise in secundären Strahlen. Die Endodermis entsteht aus der innersten Rindenlage.

Stamm. Über die verschiedene morphologische Ausbildung des Stammes vergl. die später folgenden Gattungsbeschreibungen.

Der Gefäßbündelverlauf (vergl. diese Abteilung p. 46) ist bei Angiopteris mehrfach untersucht worden, besonders von Harting und von Mettenius.

Erwähnt wurde bereits, dass die Bündel des Stammes concentrischen Bau haben, auf ihrer Außenseite ist das Phloëm stärker entwickelt.

Über das Scheitelwachstum des Stammes vergl. p. 427.

Blätter. Die in der Jugend eingerollten Blätter sind in verschiedenen Abteilungen der Familie von recht mannigfaltiger Gestalt. Die einfachsten Formen treffen wir bei *Danaea*: vom breit-lanzettlichen, ungeteilten Blatt durch drei- und fünfzählig gefiederte zu unpaar gefiederten Blättern mit bis 25 Fiederpaaren, von denen die untersten häufig kürzer sind, als die höher stehenden. Eine ähnliche Blattform findet sich unter den Angiopterideen bei *Archangiopteris* mit 5—12 alternierenden Seitenfiedern wieder. In den Gattungen *Marattia* und *Angiopteris* sind im Gegensatz dazu ausschließlich mehrfach gefiederte Formen in ziemlicher Mannigfaltigkeit der Gliederung und oft von bedeutender Größe anzutreffen (Fig. 240). (Über tertiäre Fiederung an beliebigen, beschränkten Stellen von im übrigen nur doppelt-gefiederten Wedeln vergl. die Bemerkungen in der Gattungsbeschreibung von *Angiopteris*.) Während bei allen diesen die einfacheren Aderungstypen (Venatio Neuropteridis, Pecopteridis, Taeniopteridis) vorkommen (Fig. 238 *A*—*C*, 244 *A*), würde das Adernetz des 3—5zähligen, fußförmig-fingerigen Blattes von *Kaulfussia* (Fig. 238, *D*, 239, *G*) eher einem complicierteren Typus (etwa der *V. Drynariae*) zuzurechnen sein.

Über den Bündelverlauf im Petiolus und in seinen Ausgliederungen ist die Monographie von de Vriese und Harting zu vergleichen. Auf dem Querschnitt sehen wir im Centrum eine mehr oder weniger deutliche Spirale, die je nach der Stelle der Rachis, welcher der Schnitt entnommen ist, von mehreren bis herab zu einem Bündelring umgeben ist.

Entsprechend der weiten Verbreitung und den mannigfaltigen Lebensbedingungen, unter denen die Angehörigen dieser Familie gedeihen, ist der Aufbau der Laminarteile sehr variabel: manche Blätter sind von mehr häutiger, andere von lederiger Textur, doch kommt die letztere bei einer beträchtlich größeren Zahl von Arten vor.

Die »venulae recurrentes« sind Scheinadern, sie enthalten keine Gefäßbündel. Es sind eigenartige Gebilde, die von den Einsenkungen der Blattzähne mehr oder weniger tief in die Fiederspreite manchmal bis zur Mittelrippe eingreifen. Anatomisch sind sie ähnlich gebaut, wie der Blattrand selbst. Sie kommen nur bei einer Abteilung der Gattung *Angiopteris* vor.

Gelenkpolster treten an den Blättern der meisten Angehörigen unserer Familie auf, teilweise in eigenartiger Anordnung. Bei *Angiopteris*, *Archangiopteris* und vielen *Marattien* sind außer einer Gelenkverdickung des Blattstieles an seiner Basis nur die Fiederstielchen selbst entweder an ihrem Grunde (Fig. 240, *A*) oder etwas oberhalb desselben (weniger ausgeprägt bei manchen Formen von *Angiopteris*, stärker bei *Archangiopteris*: Fig. 238, *B*) fleischig angeschwollen*). Bei *Danaea* dagegen sind die stärksten Anschwellungen in der Rachis der einfach gefiederten Wedel zu finden, dort, wo sich die Fiedern an sie ansetzen, während diese an ihrer Basis meist weniger dickfleischig sind. An einigen Marattien, z. B. *M. alata*, die ich lebend untersuchen konnte, ist in dem terminalen Teile der Lamina ebenfalls die Rachis stärker angeschwollen als die Basis der dicht über den Knoten entspringenden Fiedern erster Ordnung, in den unteren Teilen der

*) Über die Stellung des Polsters an der Terminalfieder bei *Angiopteris* vergl. die Angaben in der Gattungsdiagnose (p. 437).

Spreite dagegen sind nur die Fiederbasen verdickt. Besonders auffällig sind die knotig-fleischigen Polster, die bei den meisten Danaeen auch unterhalb der Gesamtlamina am Blattstiel in wechselnder Anzahl (1—5) und in ziemlich großen Abständen von einander anzutreffen sind (Fig. 244, *D*), ähnlich wie die Diaphragmen an den Stielen der Wasserblätter von Sium.

Die Polster erscheinen im getrockneten Zustande stark geschrumpft. In ihnen tritt an die Stelle der sklerenchymatischen Elemente, die in den unverdickten Teilen des Hauptblattstieles und der secundären Stiele vorkommen, Collenchym.

Über die Funktion der Gelenke sind wir noch nicht genügend unterrichtet. Einige Angaben über ihren anatomischen Bau finden sich bei Möbius und Preuss.

Stipulae. Dem ersten und auch oft dem zweiten Blatte fehlen die Nebenblätter, die für sämtliche Marattiaceen im erwachsenen Zustande charakteristisch sind (Fig. 240, *A* an der Basis). Sie sind gewöhnlich dickfleischig, am Rande meist grob gesägt oder gekerbt. Vereinzelt ist beobachtet worden, dass auch die Nebenblätter bisweilen sporentragende Blattlappen bilden können (*Marattia Ascensionis* J. Sm.).

Die Nebenblätter überdauern zusammen mit der Basis des Blattes den oberen Teil desselben (Stiel und Lamina) lange, dieser löst sich nach Vollendung seiner Thätigkeit oberhalb der etwas verdickten Blattstielbasis mit glatter Fläche ab.

Die Gefäßbündel bilden in den Nebenblättern ein anastomosierendes Netzwerk.

Anatomisches Verhalten. An den ausdauernden Blattstielbasen und an den daran grenzenden Stipularteilen bildet sich ein Pseudophelloid (Hannig), das sich von dem Phelloderm der Dicotylen, mit dem es früher identificiert worden ist, in seiner Entwickelungsgeschichte und in der chemischen Natur seiner innersten Membranschicht, welche die eigenartige Humificierung bewirkt, durchaus unterscheidet: 1) Die Zellen des Pseudophelloids sind unregelmäßig angeordnet, nicht in senkrechten Reihen. 2) Es existiert keine einfache Initialschicht, die Teilungen treten vielmehr in absteigender Folge in unter einander liegenden Zellen auf. 3) Die Teilwände zeigen unbestimmte Anordnung und Aufeinanderfolge. 4) Nicht die mittlere (wie beim Kork), sondern die innerste der drei Membranlamellen weist die charakteristische chemische Veränderung auf. 5) Während Suberin sich in conc. H_2SO_4 nicht löst, wird die innerste Lamelle des Pseudophelloids darin leicht gelöst.

Der Blattstiel selbst behält seine Epidermis und bildet kein Pseudophelloid. Er bleibt bekanntlich weit kürzere Zeit erhalten als seine Basis und die Stipulae.

Wie bei verschiedenen Cyatheaceengattungen, so sind auch bei *Marattia* und *Angiopteris* die sog. Staubgrübchen vorhanden, und zwar an den Nebenblättern (Fig. 237, *C*: *sp*) und den Blattstielen. Sie dienen bei unserer Familie nur in der Jugend der betreffenden Organe als Pneumathoden. Nach der Ausbildung des Blattes werden sie im Gegensatz zu den dauernd funktionierenden homologen Gebilden der Cyatheaceen durch einen eigentümlichen Humificierungsprocess ihrer oberflächlichen Schichten verschlossen.

Wenn sie auch mit den Lenticellen der Dicotylen in ihrer Funktion übereinstimmen, so ist nicht das Gleiche der Fall in ihrer anatomischen Struktur. Sie werden zwar ebenfalls unter Spaltöffnungen angelegt, weichen aber in ihrer Entstehung von typischen Lenticellen durchaus ab.

Betrachten wir zunächst die Genese der Grübchen auf den Stipeln. Die »Spaltöffnungen« selbst, unter denen sie sich bilden, unterscheiden sich in ihrem Entwickelungsgange ebenfalls von dem der gewöhnlichen Stomata. In einer sich mehr als die Nachbarinnen vergrößernden Dermatogenzelle tritt Chlorophyll auf, dann erfolgt ihre Teilung in zwei Zellen, zwischen denen jedoch nur sehr selten Spaltenbildung stattfindet. Häufig erfolgen vielmehr noch secundäre Teilungen dieser Zellen, so dass eine Gruppe von mehreren, chlorophyllführenden Epidermiszellen entsteht.

Unterdessen runden sich die unter dieser »Spaltöffnung« und in der nächsten Umgebung gelegenen Zellen ab, so dass in diesem subepidermalen Gewebe ein feines Intercellularsytem entsteht, welches bis zu dem ebenso sich bildenden centralen Intercellular-

system der Stipulae reicht. In den Zellen unter der Spaltöffnung kommt es unter steter Abrundung der Zellen gegen einander zuerst zu weiteren Teilungen, dieselben Vorgänge treten etwas später auch in den tiefer gelegenen Zellen ein. Die so entstehenden »Kugelzellen« sind plasmareich und haben weniger und kleinere Chlorophyllkörner als die Spaltöffnungszellen. Schon an den innersten, in der Knospe enthaltenen Stipulis erkennt man die späteren Staubgrübchen in diesem Zustande wegen der in den Intercellularen befindlichen Gase als weiße Flecken, in deren Mitte die grünen Spaltöffnungszellen sichtbar sind.

Die über dem Kugelgewebe liegende Epidermis stirbt samt der Spaltöffnung ab, durch Spannungen in der Nachbarschaft erfolgt eine Zerreissung, die auch die obersten

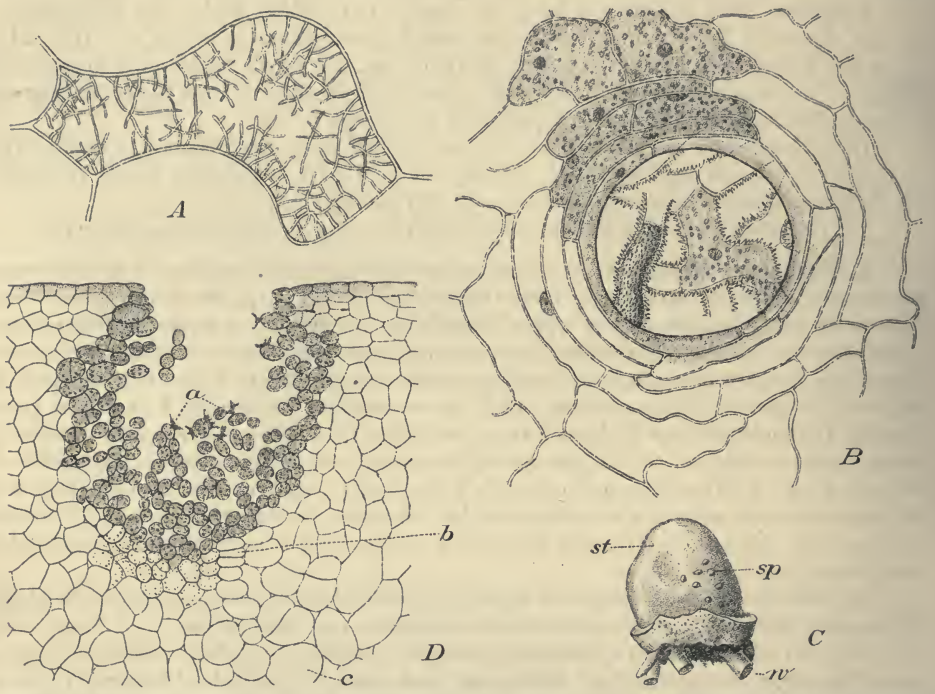


Fig. 237. *A Marattia cicutifolia* Presl. Optischer Flächenschnitt durch einen flachen Intercellularraum eines ausgewachsenen Blattes, mit zahlreichen, langen, freien und verbundenen Stäbchen. *B Kaulfussia aesculifolia* Bl.: Teil der Blattunterseite mit einer Spaltöffnung. In der zwischen den beiden Schließzellen befindlichen, weiten kreisförmigen Öffnung bemerkt man die Zellen des Schwammparenchyms (eine von der Fläche, eine andere im optischen Querschnitt gezeichnet, die übrigen nicht ausgeführt) mit ihren kurzen Intercellularstäbchen. Die Schließzellen sind von den Ringzellen umgeben. *C* und *D Marattia Verschoffeltii*: *C* Blattknospe, die schon entfalteten Blätter entfernt; *st* Stipula des ältesten noch vorhandenen Blattes, die eigene Blattspirale und die jüngeren Blattanlagen kappenartig umhüllend, mit einer Anzahl kleiner, weißer Spaltöffnungsstreifen (*sp*), *w* Wurzelreste. *D* Querschnitt eines Stipulargrübchens. Die krugförmige Vertiefung ist mit leicht gebräunten kleinen Zellen (*a*) austapeziert; unter diesen bei *b* einige geteilte Zellen (Initialschicht), *c* Grundparenchym. (*A* nach Schenck; *B* nach Luerssen; *C*, *D* nach Hannig.)

Lagen von Kugelzellen teilweise auseinander zerrt. Im Inneren werden durch successive Teilungen der jeweils äußersten Zellen des Grundparenchyms neue Kugelzellen gebildet. Dieser Process wird allmählich langsamer. Die Mündungszellen des Grübchens teilen sich nicht weiter, sie bilden frühzeitig verdickte Membranen. Auf diese Weise bleibt die Mündung des Grübchens ziemlich eng (Fig. 237 *D*).

Spaltöffnungen sind an den Stielen der primären Blätter nicht vorhanden, auch die Grübchen stellen sich an den unteren Teilen der Blattstiele erst bei etwas älteren Pflanzen ein.

Die Grübchen sind nur zur Zeit der Knospenentfaltung als Organe für den Gaswechsel thätig, später bildet sich unter den Kugelzellen ein Schutzgewebe mit nur engen

Intercellularen und mit Zellteilungen parallel zur Oberfläche. Dies ist wegen seines ähnlichen Aussehens oft nur schwer gegen das Pseudophelloid der Rinde abzugrenzen.

Auf der Oberseite der Blattlamina fehlen die Spaltöffnungen, an der Rachis dagegen ist umgekehrt die Oberseite vielfach der bevorzugte Ort für die Stomata.

Besonders auffällige und merkwürdige Bildungen sind die Spaltöffnungen auf der Blattunterseite von *Kaulfussia* (Fig. 239, *G*: die vielen kleinen Kreise), die schon dem bloßen Auge deutlich als kleine Lücken erscheinen. Ihre beiden schmalen, halbkreisförmigen Schließzellen lassen einen weiten kreisförmigen Porus zwischen sich (Fig. 237, *B*). Die Zellwand derselben ist, soweit sie nach außen oder an den Hohlraum grenzt, viel zarter als dort, wo sie mit dem benachbarten Gewebe in Verbindung steht. Bisweilen werden die Schließzellen vollständig von einander getrennt, so dass die innersten Ringzellen den Porussaum teilweise begrenzen. Die Ringzellen bedecken in 2—4 kreisförmigen Reihen die weite kesselähnliche Höhlung der Spaltöffnung. Die ersten ontogenetischen Stadien dieses eigenartigen Gebildes entsprechen der Entstehung gewöhnlicher Spaltöffnungen. Über Abweichungen in ihrer Funktion von den letzteren sind bislang keine Untersuchungen angestellt worden.

Intercellularverdickungen. Die eigenartigen »Stäbchen«, welche außer bei wenigen Phanerogamen im Grundgewebe vieler Farne, besonders aber bei den Cyatheaceen und Marattiaceen, in die Intercellularen hineinragen (Fig. 237, *A*, *B*), haben in diesem Werke noch keine Erwähnung gefunden, sie seien deshalb hier etwas eingehender behandelt. Während sie sich bei den Angehörigen der übrigen Farnfamilien, bei denen sie vorhanden sind, hauptsächlich im Parenchym der Rhizome, Stämme und Blattstiele finden, trifft man sie bei den Marattiaceen besonders im Schwammparenchym, seltener im Parenchym des Blattstieles und der Wurzelrinde, an. Ihre Länge ist je nach dem Orte im Blatte, wo sie gebildet werden, und nach den Pflanzenarten sehr variabel. Bei *Angiopteris* sind sie durchgängig kurz, bisweilen ziemlich dick, bei der einen Form dichter, bei der anderen weiter auseinander stehend, bei manchen Marattien scheinen sie ganz zu fehlen, andere haben zerstreute oder dichte kleine Höcker, bald sind sie dünn und kurz, bald bilden sie lange, feine Fäden, die sich unter einander verbinden können. Bei *Kaulfussia* sind sie kurz in der Nähe der Spaltöffnungen, länger in den weiter innen gelegenen Intercellularen. Auch bei *Danaea* und *Archangiopteris* hat man sie gefunden.

Nach Mangin bestehen diese Stäbchen aus Pectaten, vornehmlich Calciumpectat.

Kieselkörper sind bei verschiedenen Marattiaceen beobachtet worden, so bei *Marattia* und *Angiopteris* von Radlkofer, später unabhängig von ihm nochmals bei denselben Gattungen von Poirault, neuerdings auch bei *Archangiopteris* von Christ und Giesenhagen. Dagegen konnten sie bei *Danaea* und *Kaulfussia* nicht nachgewiesen werden. Sie finden sich als amorphe Masse vornehmlich in der unterseitigen Epidermis der Lamina, oft in zahlreichen, einander benachbarten Zellen, meist in Form je eines kugeligen oder etwas langgestreckten Gebildes, das mit unregelmäßigen, blumenkohlähnlichen Erhebungen versehen ist. Spärlicher sind sie in der subepidermalen Zellschicht der Unterseite und in der oberseitigen Epidermis.

Gummi- und Schleimkanäle sind bei allen Marattiaceen, die daraufhin untersucht worden sind, beobachtet worden.

In den peripheren Teilen der Blattstiele sind sie von mechanischen Elementen begleitet, weiter innen nicht, in den Gelenkpolstern vertritt Collenchym oder dünnwandiges Parenchym den Sklerenchymbeleg, der sich in den übrigen Teilen der Stiele findet. Entwickelungsgeschichtlich ist hervorzuheben, dass diese Gänge an derselben Pflanze auf zweierlei Art entstehen, die einen schizogen, die anderen lysigen. Jene sind von besonderen kleinen Zellen umkleidet, diese gehen aus reihenförmig angeordneten, ursprünglich tanninführenden Zellen durch Verschleimung der trennenden Querwände hervor. Das Tannin verschwindet in dem Maße, wie die Gummibildung in diesen Gängen zunimmt. Über die optischen Eigenschaften des *Angiopteris*-Gummi siehe Schwendener (Sitzber. Berliner Akad. 1890).

Calciumoxalat ist in Form monokliner Krystalle im Parenchym des Blattstiels und der Lamina von *Angiopteris* nachgewiesen. Calciummalat dagegen tritt erst nach Konservierung in Alkohol meist als sphärische Konglomerate dicht gestellter Prismen auf. Über andere, im Zellsaft gelöste Salze haben Belzung und Poirault ausführlich berichtet.

Die Stärkekörner haben bei den Marattiaceen vielfach eine charakteristische Form, welche an die der *Curcuma*-Stärke erinnert.

Haare finden sich ebenso wie bei den Eufilicineen auf Stamm und Blättern der jugendlichen Pflanze als kleine, gerbstoffhaltige Ausstülpungen. An den erwachsenen Farnen ist in der Art und Intensität der Behaarung eine große Mannigfaltigkeit zu bemerken. Die Riesen der Familie *Angiopteris* und verschiedene Marattien sind an ihren basalen Teilen von ansehnlichen Spreuschuppen eingehüllt, die sich in allmählich kleiner werdenden Dimensionen bis auf die Unterseite der Fiederchen-Mittelrippe fortsetzen. Für die Abteilungen scheinen gewisse Schuppenformen charakteristisch zu sein: bei *Angiopteris* sind sie meist schmal, langgestreckt, in den oberen Teilen oft in einzelne, verzweigte Fäden aufgelöst, bei *Danaea* erscheinen sie meist etwas breiter, flächenförmig, in den Achseln der Seitenadern häufig Bärte bildend, ihre Ränder laufen allerdings auch hier meist in fädige Zellreihen aus.

Indusium. Ein Indusium, wie es bei vielen anderen Farnen vorkommt, findet sich nicht bei sämtlichen Angehörigen unserer Familie. Bei den Angiopterideen ist ein meist aus ziemlich dichten, verzweigten Haaren gebildetes Involucrum vorhanden, das bei *Angiopteris* nur auf beiden Seiten unter den Sporangien jedes Sorus zu finden ist (Fig. 239, *B*), während es bei *Archangiopteris* dazu noch einen Kamm von Indusialschuppen zwischen den beiden Sporangienreihen bildet. Ob die Haare aber hier teilweise zwischen den Sporangien auf der Ader entspringen, darüber geben Christ und Giesenhagen, welche diese Gattung beschrieben haben, nichts an. Die Angehörigen des Genus *Marattia* sind bald mit Schuppen unter den Synangien ausgestattet (Fig. 239, *F*), bald fehlen dieselben. Bei manchen Arten scheinen sie hinfällig zu sein. In ihrer Form ähneln sie meist den auf der übrigen Blattunterseite verteilten Schuppen. Bei *Kaulfussia* treffen wir unter den kreisförmigen Synangien keine Schuppen an, die durch ihre Anordnung den Namen eines Indusiums verdienten.

Bei *Danaea* ist jede Sporangien-Doppelreihe von einer mehr oder weniger hohen leistenförmigen Erhebung des unterseitigen Blattgewebes umsäumt, die zwischen den gewöhnlich dicht gedrängten Synangien an ihrem oberen Rande häufig etwas zweischneidig T-förmig verbreitert ist (Fig. 239, *J*, *K*). Die zwischen je zwei Synangien eingekeilte einfache Leiste entsendet nämlich nach beiden Seiten einen dünnen Decksaum: man könnte von einer kongenitalen Verwachsung zweier Leisten sprechen. Übrigens habe ich bisweilen auch zwei freie Leisten dicht neben einander verlaufen gesehen. Dies ist eine Indusialbildung, die von denen der übrigen Gattungen jedenfalls völlig abweicht. Da entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen fehlen, so wissen wir nicht, ob die Indusialränder bei den Formen, bei welchen die Leisten besonders ansehnlich sind, im Jugendzustande über dem Synangium zusammenschließen, oder ob sie stets frei sind.

Sporangien. In der Morphologie der ungeschlechtlichen, stets auf der Unterseite der Wedel gebildeten Fructificationsorgane bestehen unter den vier Tribus unserer Familie beträchtliche Unterschiede. Zunächst schon in der Anordnung: die Sori von *Angiopteris* (Fig. 238, *A*) und die klappigen Synangien von *Marattia* (Fig. 238, *C*) sind fast durchgehend nahe am Fiederrande auf den Seitenadern inseriert. *Archangiopteris* (Fig. 238, *B*) weicht von seinem Tribusgenossen dadurch erheblich ab, dass seine viel länger gestreckten Sporangien-Doppelreihen wenigstens im mittleren Teile der Fieder weiter vom Rande entfernt sind, sie haben beinahe denselben Abstand vom Rande wie von der Mittelrippe. Bei *Danaea* (Fig. 238, *E*) bedecken die dichtgedrängten, langen und parallelen Synangien die Unterseite der Fiedern der fertilen Wedel fast vollständig, meistens sind nur noch kurze Strecken an der Basis und der Spitze der Fiedern sowie

ein schmaler Randsaum sichtbar. Völlig von allen übrigen verschieden in der Anordnung seiner kreisrunden Synangien ist das Genus *Kaulfussia* (Fig. 238, *D*): die Fruchtkapseln stehen zerstreut auf den Anastomosen des netzadrigen Fingerblattes.

Fig. 238. Fiederblättchen der Marattiaceen-Gattungen, sämtlich Seitenblättchen. *A Angiopteris crassipes* Wall.; *B Archangiopteris Henryi* Christ et Giesenh.; *C Marattia fraxinea* Sm.; *D Kaulfussia aesculifolia* Bl.; *E Danaea elliptica* Sm. (*A*, *C—E* Original; *B* nach Christ und Giesenhagen.)

Über die Entwickelungsgeschichte der Sporangien haben wir Kenntnis von den Gattungen *Angiopteris*, *Marattia* und *Danaea*, also von je einem Vertreter der Hauptformen der Marattiaceenfruchtkapseln, den zu einem Sorus vereinigten freien Sporangien der Angiopterideen, dem aus verwachsenen Sporangien gebildeten Synangium der Marattieen und dem von diesem merklich abweichenden Synangium der Danaeeen. Ein auffälliger Unterschied besteht zwischen *Marattia* und *Angiopteris* bezüglich des Verhältnisses der

Entwickelungshöhe des fruchttragenden Wedels und der Zeit, zu welcher die Fruchtkapseln auf ihm gebildet werden. Bei *Marattia* werden die Synangien schon angelegt, während sich der jugendliche Wedel noch eingerollt zwischen den Nebenblättern eines älteren befindet, bei *Angiopteris* dagegen ist das Blatt bereits ziemlich weit entfaltet, wenn die Sporangienentwickelung einsetzt.

Im Gegensatz zu den Eufilicineen entstehen die Sporangien der Marattiales ebenso wie die der Ophioglossales, Equisetales und Lycopodiales aus einer Gruppe von Epidermiszellen (*Eusporangiatae*). Es ist Goebel gelungen, im Gegensatz zu den Angaben von Luerssen bei *Angiopteris* ein einzelliges Archespor nachzuweisen, und zwar ist dasselbe die hypodermale Endzelle der axilen Zellreihe der Sporangienanlage. Natürlich hat bei *Marattia* jedes Fach (= Sporangium) sein besonderes Archespor.

Bei der Bildung eines Sorus entsteht zuerst eine schwache Einsenkung auf der betreffenden Ader, die Stelle wird von beiden Seiten durch die fadenförmigen verzweigten

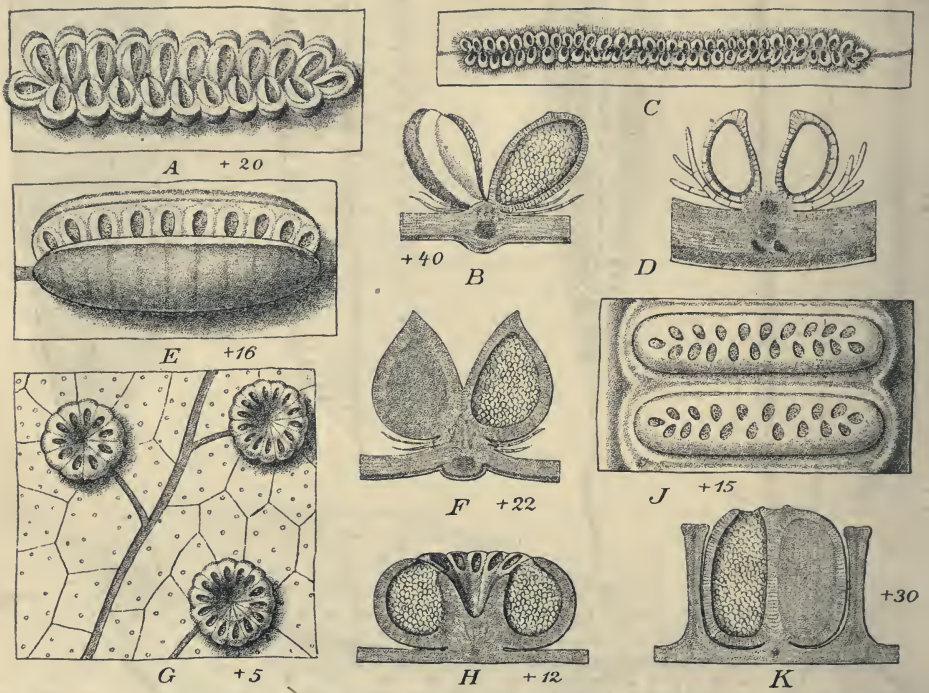


Fig. 239. Sori und Sporangien: *A*, *B Angiopteris crassipes* Wall. *A* Sorus, *B* 2 Sporangien, eins von der Fläche, eins im Längsschnitt. *C*, *D Archangiopteris Henryi* Christ et Giesenh., *C* Sorus, *D* 2 Sporangien im Querschnitt. *E*, *F Marattia fraxinea* Sm., *E* Synangium, *F* Querschnitt durch dasselbe. *G*, *H Kaulfussia aesculifolia* Bl., *G* Teil der Lamina von der Unterseite mit 3 Synangien; die zahlreichen kleinen Kreise auf der Blattfläche sind Spaltöffnungen, *H* Durchschnitt durch ein Synangium. *J*, *K Danaea elliptica* Sm., *J* 2 Synangien, *K* Querschnitt durch ein Synangium. (*A*, *B*, *E*, *G*, *J* Original; *C*, *D* nach Christ und Giesenhagen; *F*, *H*, *K* nach Hooker-Baker.)

Indusialschuppen bedeckt. Aus Oberflächenzellen der Vertiefung geht die Placenta hervor, die sodann auf ihren Längsseiten zwei Reihen von Höckern erzeugt. Die Zelle, aus welcher in diesen Höckern die Sporen hervorgehen, ist uns bereits aus dem vorigen Absatz bekannt. Schon die ersten Teilungen des mehr oder weniger kubischen Archespors können verschieden sein, symmetrisch oder schief und unsymmetrisch. Diejenigen Zellen der Hülle, welche an die sporogenen Zellen grenzen, sind groß, oft mehrkernig und dünnwandig, sie bilden ein Tapetum, das bei der Sporenreife zu Grunde geht. Sie sondern einen Ernährungsschleim für die Sporen ab. Außer der einschichtigen Lage von Tapetenzellen sind an der Außenseite des *Angiopteris*-Sporangiums noch 2—3 Schichten

von Zellen entwickelt; die Außenwände sind verdickt. Die Innenseite des Sporangiums hat nur eine Lage flacher, an ihrer Außenfläche weniger verdickter Zellen. Die Spitze der Außenseite des Sporangiums nimmt der kurze Annulus ein, der die am stärksten verdickten Zellen in der ganzen Fruchtkapsel besitzt.

Marattia stimmt außer der Vereinigung der Kapseln zu einem klappigen Synangium in der Entwickelungsgeschichte der Sporangien mit *Angiopteris* ziemlich überein.

Nach den Untersuchungen Bower's (1896) stellt *Danaea* einen von den übrigen Marattiaceen abweichenden Typus der Sporangienentwickelung dar. Die einzelnen Loculi (Fächer) würden nach ihm nicht den Sporangien entsprechen, sondern teilweise durch mehr oder minder vollkommene Septierung zu Stande kommen, die er sich teils durch Umwandlung sporogener Zellen in sterile, teils durch Hineinwachsen von Tapetenzellen und Dauergewebe in die sporogene Gruppe gebildet denkt. Jedenfalls bedarf *Danaea* noch weiterer Untersuchung.

Wie schon früher erwähnt, sind die fertilen Wedel bei *Danaea* mit schmäleren, länger gestielten Fiedern von zarterer Textur ausgestattet als die sterilen mit ihren saftiggrünen Fiedern (Fig. 245, *A, B*). Es kommen jedoch hin und wieder Zwischenformen vor, bald sitzen an einem im übrigen fertilen Wedel einige wohlausgebildete, sterile Fiedern, bald treten an einem sonst von sterilen Blättern nicht unterscheidbaren Wedel, bisweilen auf der Rückseite sämtlicher Fiedern kurze Synangien auf, und zwar manchmal nahe dem Fiederrande, in anderen Fällen dicht an der Mittelrippe. Auch partielle Verschmälerung an einer halb fertilen, halb sterilen Fieder lässt sich ebenso wie bei anderen Farnen mit dimorphen Wedeln beobachten. Interessant ist, dass auch auf sterilen Teilen eines partiell fertilen Wedels die für *Danaea* charakteristischen, jedes Synangium umrandenden Hautleisten (vergl. p. 432) bereits mehr oder weniger deutlich entwickelt sein können.

Wenn bei *Angiopteris* einzelne Teile eines im übrigen fertilen Fiederchens steril bleiben, so können diese manchmal etwas breiter sein als die ihnen benachbarten fertilen Partien, vielleicht hängt dies jedoch nur mit der schwachen Rückwärtskrümmung des Randes an den fertilen Abschnitten der Fiederchen mancher *Angiopteris*-Formen zusammen.

Adventivknospen entstehen an den Nebenblättern schon dann, wenn sie noch am Stamme sitzen (die Stipulae können, wie erwähnt, ein sehr hohes Alter erreichen und sind reichlich mit Reservestoffen versehen), besonders aber nach Abtrennung derselben unter angemessenen Kulturbedingungen. Die ersten Wedel enden spitz, ohne eigentliche Lamina.

Bei *Danaea humilis* Moore soll Prolification der Wedelspitze beobachtet worden sein.

Symbiose. Bei verschiedenen Marattien sowie bei *Angiopteris* und *Kaulfussia* ist eine Pilzinfektion der Wurzeln nachgewiesen. Die Hyphen bilden in manchen Zellreihen der Innenrinde dichte Konglomerate; wegen der Ausscheidung harzartiger Stoffe durch die Farne sind sie nur nach der Entfernung dieser Sekrete zu erkennen.

Geographische Verbreitung. Die Familie bewohnt die Tropen beider Hemisphären, jedoch hat nur das Genus *Marattia* Vertreter sowohl in der alten wie in der neuen Welt und greift sogar in die südlich-gemäßigte Zone über; die anderen Gattungen haben ein beschränkteres Verbreitungsgebiet: *Angiopteris* von Polynesien durch das tropische Asien bis Madagaskar, *Archangiopteris* im südlichen China, *Kaulfussia* von Hinterindien bis zu den Philippinen; *Danaea* ist ausschließlich neotropisch.

Nutzen. Die dicken Stämme von *Angiopteris* und einiger Marattien dienen wegen ihres Stärkemehlgehaltes in manchen Gegenden als Nahrung. Auch die fleischigen Stipulae der *Marattia fraxinea* u. a. werden gegessen; die Blätter einiger Vertreter werden wegen ihres Aromas den Speisen als Würze beigemengt. Den Schleim aus den Stipeln von *M. Douglasii* benutzen die Eingeborenen Hawaiis als Arzneitrank. Die stattlichen Formen von *Marattia* und *Angiopteris* sind ein allerdings nur seltener Schmuck der Gewächshäuser.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Der Familie mangelt trotz mancher nicht unerheblichen Differenzen ihrer Tribus untereinander doch keineswegs eine gewisse Einheitlichkeit. Von den leptosporangiaten Eufilicineen, mit denen viele Arten unserer Familie eine bemerkenswerte habituelle Ähnlichkeit haben, sind die lebenden Vertreter durch eine Reihe tiefgreifender Unterschiede getrennt, wie ein Blick auf die unserer Schilderung vorangestellten »Merkmale« lehrt. Aber auch gegen eine engere Vereinigung mit den ebenfalls eusporangiaten Ophioglossales, die von manchen Forschern wegen mancher gemeinsamer Züge befürwortet wird, erheben sich Bedenken. Das Fehlen der Einrollung jugendlicher Blätter, die völlig abweichende Stellung der Sporangien, die Chlorophylllosigkeit des Prothalliums, die Anatomie des Stammes und der Habitus sichern der letztgenannten Abteilung ihre Sonderstellung. Die phylogenetischen Speculationen verschiedener Autoren haben wegen der so sehr der Willkür des Einzelnen unterliegenden Würdigung der Unterschiede und Übereinstimmungen naturgemäß wie so oft zu völlig heterogenen Angaben geführt.

Einteilung der Familie.

A. Die Sporangien sind zu mehreren in einen Sorus vereinigt, unter sich aber nicht verwachsen. Sie stehen dicht gedrängt in zweizeiligen Soris auf der Rückseite der Adern, sie öffnen sich oben durch einen Riss. Stets ist ein aus wimperartigen Schuppen gebildetes Indusium vorhanden . . . . . **I. Angiopterideae.**

a. Die meist kurz elliptischen Sori werden aus wenigen bis 20, gewöhnlich etwa 10 Sporangien gebildet, sie stehen mehr dem Blattrande genähert. Schuppen des Indusiums kürzer als die Kapseln, nur unter ihnen, nicht zwischen ihnen. Blätter mehrfach gefiedert. Zwischen den Sporangien-tragenden Adern sind oft die als »venulae recurrentes« bezeichneten Scheinadern zu bemerken . . . . . **1. Angiopteris.**

b. Die linealen Sori enthalten 80—160 Sporangien und stehen auf den Adern ungefähr im gleichen Abstande von der Mittelrippe und dem Blattrande. Die dichtgedrängten, haarförmigen Indusiumschuppen ragen unter den Sporangien hervor, ferner sind sie auch zwischen den beiden Sporangienreihen eines Sorus sichtbar. Blätter einfach gefiedert, ohne venulae recurrentes . . . . . **2. Archangiopteris.**

B. Die Sporangien eines Sorus »unter einander verwachsen«, d. h. die Sori bestehen aus gefächerten Synangien. Ohne venulae recurrentes.

a. Die Fächer öffnen sich nach dem Inneren der Synangien mit einem Längsriss.

α. Synangien oval, auf der Rückseite meist nahe dem Ende der freien Seitenadern, seltener etwas weiter nach innen gerückt, sitzend oder kurzgestielt, bei der Reife sich zweiklappig öffnend. Große Pflanzen mit mehrfach gefiederten, nicht netzaderigen Blättern . . . . . **II. Marattieae.**
3. Marattia.

β. Synangien kreisrund, auf niedrigem Receptaculum, in der Mitte mit ansehnlicher Vertiefung, die Sori öffnen sich nach innen mit einem Schlitz. Synangien auf den Anastomosen des netzadrigen Blattes. Kriechender Farn mit fußförmig 3—5 fingerigen Blättern . . . . . **III. Kaulfussieae.**
4. Kaulfussia.

b. Jedes Synangienfach öffnet sich mit einem terminalen Porus.
Synangien langgestreckt, die Seitenadern von der Mittelrippe bis fast zum Blattrande begleitend, mit je einer Fächerreihe auf jeder Seite der Ader. Blätter einfach oder einfach gefiedert . . . . . **IV. Danaeeae.**
5. Danaea.

I. Angiopterideae.

Die sich durch einen Riss nach innen öffnenden, einfächerigen Sporangien sind zu mehreren oder vielen in einem zweizeiligen Sorus auf der Rückseite der Adern vereinigt, aber nicht unter einander verwachsen. Indusium vorhanden, aus wimperartigen Schuppen gebildet.

1. **Angiopteris** Hoffm. (*Psilodochea* Presl.) Sori nahe dem Blattrande, fast immer ziemlich kurz elliptisch, meist aus 8—10 freien Sporangien (seltener mehr: bis 20, an den Spitzen der Foliola weniger, bis herab zu einem) gebildet. Die Sporangien öffnen sich nach innen mit einem Schlitz, an ihrer Spitze befindet sich ein wenig ausgedehnter Annulus. Indusialschuppen kürzer als die Sporangienkapseln, nur außen auf ihrer Unterseite, nicht zwischen ihnen zu bemerken. — Große Farne mit verhältnismäßig sehr kurzem, dickem Stamm, der mit den Blattstielbasen und den fleischigen, ansehnlichen Nebenblättern bekleidet ist, zwischen denen die aus dem Inneren des Stammes hervorbrechenden Adventivwurzeln nach abwärts wachsen. — Blätter oft 5 m lang, doppelt, seltener mehrfach gefiedert. Blattstiel am Grunde mit einem dicken Gelenkpolster versehen, durch welches sich später das Blatt von einem stehen bleibenden basalen Stumpf und den mit ihm zusammenhängenden Stipulis abtrennt. Gelenk-

Fig. 240. *Angiopteris Teysmanniana* de Vriese. *A* Habitusbild einer kleinen Pflanze. *B* Teil einer Fieder, mit den venulae recurrentes (nat. Gr.). (Original).

polster finden sich ebenfalls am Grunde der Primär-Fiederstiele, manchmal*) aber ein ansehnliches Stück oberhalb ihrer Basis (wie bei *Archangiopteris*). Fiederchen sitzend oder kurz-gestielt, ziemlich lederig oder häutig, oberseits kahl, glänzend, sattgrün, unterseits meist kahl, manchmal schwach schuppenhaarig oder blaugrün bereift. Sie sind lineal bis breit lanzettlich, spitz oder zugespitzt, gekerbt oder gesägt. Die unteren Fiederchen in einer Primärfieder sind häufig kleiner als die mittleren. Adern parallel, häufig gegabelt, am Rande oft durch Scheinadern (venulae recurrentes) verbunden, die nach innen häufig bis an die Mittelrippe oder bis an eine Aderngabelung gehen (Fig. 240, *B*).

*) Die terminale Primärfieder scheint stets unter dem Knoten einen mehr oder weniger langen Stiel zu besitzen, ob die lateralen Primärfiedern stets basale Knoten haben, vermag ich nicht mit Bestimmtheit anzugeben, beobachtet habe ich es nur so.

Übrigens haben Formen mit ziemlich langgestielten großen, lang zungenförmigen Seitenfiederchen, wie sie aus der Eu-Angiopteris-Gruppe auf Ceylon vorkommen, kleine Gelenkpolster am Grunde dieser Fiederchen. Auch bei anderen Arten sind diese Polster an der Basis der Fiederchen vorhanden, deutlich zu bemerken sind sie meist nur an den Terminalfiederchen, wo sie dicht unter der Lamina als Anschwellung der hier endenden Rachis der Hauptfiedern erscheinen (ähnliches habe ich auch bei Marattien bemerkt).

Bei *Angiopteris* und bei den großblätterigen *Marattia*-Arten kommen nicht selten an einzelnen Fiedern oder Fiedergruppen des doppelt gefiederten Wedels weitere Teilungen vor, die bisweilen bis zur völligen Isolierung tertiärer Fiederchen von entsprechend geringerer Größe führen können.

Etwa 20—30 einander ähnliche Formen von Polynesien bis Madagaskar und nordwärts bis in die Länder des Himalaya.

Über die Gliederung der in der Gattung *Angiopteris* zusammengefassten Formen herrschen sehr verschiedene Anschauungen. Von den meisten Forschern werden sie alle in einer einzigen Species, *A. evecta* Hoffm. vereinigt. Diese Auffassung scheint mir indessen nicht berechtigt zu sein, denn es bestehen Unterschiede, die wenigstens eine vorläufige, wenn auch sicher noch oberflächliche Sonderung des Formenchaos gestatten. Auf der anderen Seite können wir uns jedoch nicht der Zersplitterung in 60 Arten anschließen, die de Vriese in seiner Monographie vorgenommen hat. Es bedarf noch eingehender Studien über die Veränderungen, welche einzelne Individuen während ihres jedenfalls langen Lebens an ihren auf einander folgenden Wedeln zeigen. Auch über die Einwirkung verschiedener äußerer Bedingungen auf diese Riesenfarne liegen keine Angaben vor. Die Zahl der Sporangien in einem Sorus lässt sich nur mit Vorsicht als Merkmal verwenden. Wir folgen der Presl-de Vriese'schen Einteilung nach den »venulae recurrentes«.

A. *Eu-Angiopteris* Presl. Venulae recurrentes deutlich. *A. evecta* Hoffm., die Form der Gesellschaftsinseln, deren weitere geographische Verbreitung noch festzustellen ist, hat dichtgestellte Sori mit zahlreichen Sporangien (häufig 18—20) auf den ziemlich lange gleich breit bleibenden Fiedern, die sich dann allmählich zu einer stark gezähnten Spitze zuschrägen. Die oben kleiner werdenden Sori stehen dort entsprechend den größeren Neigungswinkeln der Adern locker, gehen aber ziemlich hoch hinauf. Der Kreis der dieser Art nahestehenden Formen ist besonders auf den Südsee-Inseln von geradezu unerschöpflicher Mannigfaltigkeit. Hier seien nur einige wenige auffällige Typen angeführt. Auf den Bonin-Inseln kommt eine Form mit ähnlichen Fiedern wie *A evecta* vor, ihre Rachis und die Mittelrippen der Fiederchen sind jedoch hellgelbbraun gefärbt. Besonders in der Breite und Länge der Fiederchen giebt es zahllose Variationen. *A. Durvilleana* de Vriese mit einem Verbreitungsbezirk von den Philippinen bis nach Tahiti hat nur bis zur Hälfte an die Mittelrippe heranreichende venulae recurrentes, während die beiden javanischen *A. crassifolia* de Vriese und *A. Dregeana* de Vriese mit *A. evecta* darin übereinstimmen, dass die venulae fast bis an die Costa durchgeführt sind. Schon *A. Durvilleana* ist ziemlich schmalfiederig; für die Formen mit stark behaarter Rachis, mit sitzenden linealen unterseits grünen Fiedern und ziemlich kleinen Sporangien in wechselnder Zahl, die etwas vom Rande entfernt sind, hat man den Namen *A. angustifolia* Presl geschaffen. *A. Ankolana* de Vriese auf Java und Sumatra mit braunen, vom Rande bis an die Costa reichenden venulis recurrentibus hat vielzählige dichtgestellte Sori. *A. longifolia* Grev. et Hook. (Pitcairn's- und Gesellschaftsinseln) ist auf der Rückseite der Fiederchen mit einem schwach grauen mehligen Überzug bedeckt. Die recht langen Fiederchen sind von einander entfernter als bei der auf den Philippinen heimischen *A. caudata* de Vriese, die durch fast wollige Schuppenbildung auf der Rückseite der Rachis und der Mittelrippen der Fiederchen ausgezeichnet ist. *A. polysporangion* de Vriese (Ceylon), zu der auch manche Formen des ostindischen Festlandes zu zählen sind, hat besonders sporangienreiche (bis 24) Sori. *A. Teyssmanniana* de Vriese von Java (Fig. 240), eine in den Gewächshäusern häufige Form mit wollschuppiger Rachis; die untersten Fiederchen erreichen hier annähernd die Länge der mittleren in derselben Primärfieder, während die obersten beträchtlich kleiner sind. Auf Madagaskar treten Formen auf, die mit ostindischen ziemlich übereinstimmen. Auf Bourbon kommt eine Form vor, die durch auffällige Eigenschaften von allen bisher genannten abweicht: Sori fast kreisförmig, aus 5—8 Sporangien gebildet, zerstreut, ziemlich weit von dem feingesägten Rande der breiten, zugespitzten Fiedern entfernt. Rand in der Nähe von Soris eingerollt, sonst ausgebreitet. Venulae recurrentes ziemlich tief zur Mittelrippe vordringend. Die javanische *A. pruinosa* Kunze ist ziemlich variabel, es ist fraglich, ob die Formen mit unterseits bereifter Lamina nicht in mehrere Typen zu zerlegen sind.

B. *Pseud-Angiopteris* Presl. Venulae recurrentes fehlend oder kurz und undeutlich. Diese Abteilung, besonders auf dem asiatischen Continent und auf Ceylon verbreitet und dort formenreich, weniger im Archipel, bedarf noch genauerer Durcharbeitung. (de Vriese unterscheidet 27 Arten.) Genannt seien nur wenige Formen: *A. crassipes* Wall. (Fig. 238 *A*, 239 *A, B*), von Centralasien (Nepal) bis Hinterindien. Die *forma elegans* mit breiten, teilweise häufig tief lappigen Fiedern in Gewächshäusern verbreitet. *A. sylhetensis* de Vr. ist durch besonders kleine, aber zahlreiche (bis 24) Sporangien auf den lederigen Fiederchen ausgezeichnet. *A.*

marginata de Vr. von Ceylon mit schwach geflügelten oberen Teilen der Rachis, deutlich gestielten Fiederchen und Randzähnen, die einen auffälligen Randsaum besitzen. *A. Brongniartiana* de Vr. einer von den Riesen der Gattung (seine Heimat Tahiti) mit kurzen undeutlichen Venulae recurrentes, die breiten Pinnulae bisweilen an der Basis mit einem kleinen Seitenlappen, doppelt gesägten Rändern und zugespitzten, wie so häufig, nach dem Primärfieder-Ende hingebogenen Spitzen. *A. salicifolia* [Pr. sub Psilodochea] de Vr. von Lahore, die kein Involucrum besitzen soll, habe ich nicht gesehen.

Fossile *Angiopteris*-Arten sind mehrere Male angegeben worden, haben sich jedoch u. a. als zu *Marattia* gehörig ergeben. H. Potonié.

2. **Archangiopteris** Christ et Giesenhagen. Die zahlreichen (bis 80 auf jeder Seite der Rippe) Sori stehen auf den Adern von der Rippe der Fieder und vom Laminarande ziemlich gleichweit ab (Fig. 238, *B*), sie sind lineal-langgestreckt, bisweilen den Adern entsprechend gegabelt. Die zerschlissenen Schuppen des Indusiums ragen unter dem Sorus auf beiden Seiten hervor (Fig. 239, *C*, *D*), außerdem bilden sie eine helle Linie mitten zwischen den beiden Reihen der braunen Sporangien. Diese sind unter einander nicht verwachsen und öffnen sich nach innen mit einem Längsriss, sie stehen zu 80—160 in einem Sorus beisammen. Die kleinen braunen Sporen sind kugelig oder schwach nierenförmig. — Die Wuchsverhältnisse der Pflanze sind nicht bekannt, da bisher nur Wedel von ihr vorliegen. Blatt einfach gefiedert, Blattstiel und Rachis nicht articuliert, die Einzelfiedern dagegen mit einem gestielten Articulationskissen versehen (Fig. 238, *B*). Die rundlichen, wellig ausgebuchteten Nebenblätter sind ebenso wie der Blattstiel und die Fiederstiele mit grauen, lanzettlichen Schuppen bestreut. Die 5—12 alternierenden Seitenfiedern sind ziemlich ebenso lang wie die terminale, lanzettlich, spitz, an der Basis sehr schwach ausgebissen gezähnt, an der Spitze dagegen gesägt. Die parallelen Seitenadern sind ziemlich dicht gedrängt, manchmal an ihrer Basis und höher hinauf gabelspaltig, an ihrer Spitze nicht verdickt. Die »venulae recurrentes« fehlen.

Einzige Art: *A. Henryi* Chr. et G. mit meterlangen Blättern von der Form einer *Danaea*, in den Bergen von Möng-tse (Yunnan).

Fossile Gattungen der Angiopterideae. Von H. Potonié.

Die im folgenden beschriebenen Gattungen *Asterotheca* und *Scolecopteris* dürften in die Vorfahrenreihe von *Angiopteris* gehören, lassen sich jedenfalls vorläufig am besten bei den Angiopterideen unterbringen. Die leptosporangiate Gattung *Diplolabis* passt zwar nicht gut zu den Marattiaceen, die ja eusporangiat sind, schließt sich aber bequem an *Asterotheca* an.

Asterotheca Presl (Asterocarpus Göpp. non Necker nec Ecklon et Zeyher, Grand Eurya Stur non Zeiller), Fig. 241. — Sporangien eiförmig, spitz oder mehr

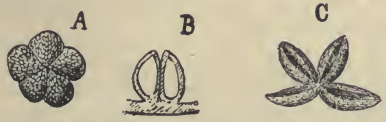


Fig. 241. Synangium von *Asterotheca* vergr. *A* von oben, *B* im Vertikalschliff gesehen. *C* Sorus von *Hawlea Miltoni* Stur (*Pecopteris abbreviata* Brongn. erweitert) vergr. (*A*, *B* nach Grand' Eury; *C* nach Stur.)

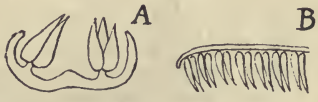


Fig. 242. *Scolecopteris elegans* Zenker. Querschliff durch eine Fieder letzter Ordnung, vergr. *B Scolecopteris polymorpha* (Brongn.) Stur. Längsschliff durch eine Fieder letzter Ordnung, vergr. (*A* nach Zenker; *B* nach Grand' Eury.)

stumpflich, senkrecht zur Spreite gerichtet, zu 4—5 (selten mehr oder weniger, etwa 3—6) um ein schwach vorspringendes Receptaculum stehend und mehr oder minder mit einander verwachsen, so dass jede Gruppe ein sitzendes, vorspringendes Synangium bildet.

Nach Zeiller ist Stur's Gattung *Hawlea*, Fig. 241, *C* (ob, wie Stur will, dasselbe wie *Hawlea* Corda, muss ganz unsicher bleiben, da Corda's Rest zu wenig bietet) vielleicht

— und es scheint recht plausibel — weiter nichts als *Asterotheca*, wenn die Sporangien bereits auseinanderklaffen, sich sternförmig auseinanderbreiten, um die bauchständige Öffnungsspalte des Sporangiums frei zu legen.

Meist tragen die von der Hauptader der Fiedern letzter Ordnung abgehenden Seitenadern nur je ein *Asterotheca*-Synangium, selten in Reihen vor einander mehrere. *Asterotheca* gehört zu der »Gattung« steriler Reste *Pecopteris*.

Schon seit dem Culm vorhanden, aber erst im oberen prod. Carbon und Rotliegenden häufig und noch in den Lunzer Schichten des Keupers vorhanden.

Scolecopteris Zenker, Fig. 242, 243. — Sporangien zu einer Spitze ausgezogen, mit einander zu 4—6 durch ein stark vorspringendes Receptaculum verbunden; Sorus sitzend, Fig. 242, *B*, oder ein gestieltes Synangium bildend, das senkrecht auf der Fläche steht: Fig. 242, *A*. Sporangien sich innenwärts durch eine Spalte öffnend. Durch die

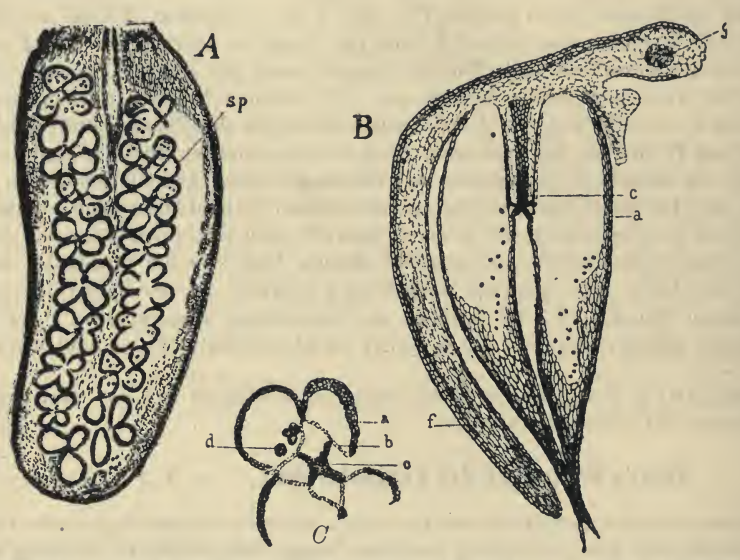


Fig. 243. *Scolecopteris* (*Pecopteris*) *polymorpha* (Brongn.) Stur. *A* Schliff einer fertilen Fieder letzter Ordnung parallel zur Fläche in 7/1, *sp* Sporangien; *B* Längsschliff durch ein Synangium in 15/1, *a* Sporangienwandung, *c* Receptaculum, *f* nach unten gebogener Rand des Fiederchens, *g* Mittelader desselben; *C* Querschliff durch ein Synangium in 15/1, *a* dicker, *b* dünner Teil der Sporangienwandung, *c* Receptaculum, *d* Sporen. (Nach Renault.)

an der Außenseite stark ausgebauchten Sporangien der *Sc. Cyathea* Stur die nahe Verwandtschaft zu *Asterotheca* bekundend. Sterile Reste zu *Pecopteris* gehörig.

Ober-Carbon bis Keuper, da die in den Lunzer Schichten des letzteren vorkommende *Pecopteris Meriani* Heer eine *Asterotheca*-ähnliche *Scolecopteris* ist.

Diplolabis Renault. — Synangien sehr an *Asterotheca* erinnernd. Das die 3—6 Sporangien verbindende Receptaculum ist aber weit länger, und die Zellen der hier nur einzelschichtigen (!) Sporangienwandung nehmen von der dem Receptaculum zugekehrten Seite des Sporangiums nach der Außenseite desselben allmählich an Umfang zu. Dieser Bau ist insofern von besonderem Interesse, als er sich als Übergangsbildung zwischen absolut gleichwandigen, ringlosen Sporangien und solchen mit Ringen, resp. Kappen oder »rudimentären Ringen« auffassen lässt. Wo wie bei *Diplolabis* die Wandung von der einen Stelle nach der entferntesten ganz allmählich sich derartig verändert, dass die extremen Teile recht verschieden sind, kann durch anatomisch etwas schroffer sich ausdrückende Arbeitsteilung leicht eine Ring-Kappen-Bildung entstehen. Die *Diplolabis*-Sporangien sind also geeignet, die Ansicht zu unterstützen, dass in systematischer Hinsicht dem Vorhandensein oder Fehlen eines Ring-Kappen-Gebildes keine fundamentalere Bedeutung bei der Farn-Klassifikation zukommt. — Culm.

II. Marattieae.

Charaktere die der einzigen Gattung:

3. **Marattia** Sm. (*Dicostegia* Presl, *Eupodium* J. Sm., *Gymnotheca* Presl, *Marattia* Presl, *Myriotheca* Bory, *Stibasia* Presl). Die sich nach dem Inneren mit einem Längsriss öffnenden Fächer der ovalen, sitzenden oder kurzgestielten Synangien stehen, auf zwei Klappen aneinander gereiht, meist nahe dem Ende der freien Seitenadern. Die ursprünglich geschlossenen Synangien öffnen bei der Reife ihre Doppelklappe. Indusium vorhanden oder fehlend. — Große, aufrechte Farne mit mehrfach gefiederten Blättern von sehr verschiedenartiger Form.

Den Wert der Einteilung der Gattung nach dem Vorhandensein oder Fehlen eines Indusiums hat Mettenius (Fil. Hort. Lips. p. 118) wohl mit Recht angezweifelt, da die als Indusium bezeichneten Schuppen unter den Synangien bei manchen Arten sehr hinfällig zu sein scheinen (vergl. die Bemerkungen über das Indusium im allgemeinen Teil p. 432). *M. cicutifolia* z. B. hat bald deutliche Schuppenbildung unter den Synangien, bald keine, der *M. salicifolia* Schrad., die jedenfalls eine nahe Verwandte der *M. fraxinea* ist, fehlt das Indusium, *M. melanesiaca* besitzt Indusialschuppen, ihre Verwandte *M. Douglasii* nicht. Wir geben daher die Hooker-Baker'sche Einteilung auf.

Die Gattung umfasst etwa zwölf unter einander nahe verwandte Arten, die zum Teil sehr formenreich sind. Sie sind über die ganze tropische Zone verbreitet, eine Art reicht sogar bis zur Südspitze Afrikas herab.

A. Fiederchen groß oder mittelgroß, meist ohne tiefere Einschnitte, immer wenigstens 4mal so lang als breit, Receptaculum fast stets langgestreckt, in jeder Synangienklappe meist mehr als sechs Fächer. — **Aa.** Altweltliche Arten: *M. fraxinea* Sm., ein großer, den *Angiopteris*-Arten habituell ähnelnder Farn mit mächtigen Wedeln, von der Westküste Afrikas bis nach Polynesien verbreitet, sehr variabel in Länge und Breite der Fiederchen, in ihrer Textur, Farbe und Berandung, in der größeren oder geringeren Entfernung der Synangien vom Rande, in der Zahl der Fächer in den Klappen. Es erscheint notwendig, verschiedene Formen von engerem Verbreitungsbezirk als selbständige Arten zu betrachten: *M. salicifolia* Schrad. in Südafrika bis zum Cap, meist mit tiefer gesägten Fiedern, kürzeren Synangien (gewöhnlich 6-fächerig auf jeder Seite wie bei **B**) und fehlendem oder wenig deutlichem Indusium. Die schon bei *M. salicifolia* im Vergleich zu den meisten Formen von *M. fraxinea* bemerkbare etwas größere Entfernung der Synangien vom Rande macht sich in noch viel höherem Maße bei der madagaskarensischen *M. Boivini* Mett. geltend: die meist etwas längeren, gewöhnlich 2×7- oder 2×8-fächerigen Synangien stehen auf den Adern meist genau in der Mitte, gleich weit vom Rande und von der Mittelrippe entfernt. Der typischen *M. fraxinea* näher steht dagegen die Form der Insel Ascension, *M. purpurascens* de Vriese mit sehr ungleich langen (oft 12 und mehr Fächer in einer Klappe) fast randständigen Synangien, eine durch Rotfärbung und Abweichungen in der Ausgliederung besonders der Endfiedern charakterisierte Inselform. Die Formen des hinterindischen Archipels sowie die von Polynesien bedürfen noch genaueren Studiums. Von der auch dort in mannigfaltigen Formen vorkommenden *M. fraxinea* ist *M. salicina* Smith durch die fast randständigen Synangien leicht zu unterscheiden. Die neucaledonische *M. attenuata* Labill. besitzt breite, bräunlich-lederige zugespitzte Foliola mit langen, nicht weit vom gesägten Rande entfernten Synangien. *M. sambucina* Bl. von Java ist durch für diese Gruppe verhältnismäßig kleine Fiedern ausgezeichnet, dieselben sind aber auch hier meist mehr denn viermal so lang als breit. *M. pellucida* Presl von den Philippinen ist von der vorigen durch etwas schmälere und längere Blättchen, sowie durch merklich kürzere Synangien verschieden. — **Ab.** Neuweltliche Arten: *M. cicutifolia* Kaulf. zeigt in Amerika eine ebenso große Variabilität wie *M. fraxinea* in der alten Welt. Ihre Fiederchen neigen zu größerer Zerschlitzung des Randes als die der bisher erwähnten Arten. Die großen, unfern des Randes stehenden Synangien klaffen weit auf. Ob verschiedene, nahestehende Formen mit Recht von ihr als Arten abzutrennen sind, bleibt zu prüfen.

B. Fiedern durch secundäre Teilung in kleine Fiederchen zerlegt, die meist nur doppelt bis dreimal so lang als breit sind und (mehr oder weniger) unter einander durch die alate Rippe in Verbindung bleiben. Receptaculum kurz oblong oder stielförmig. — **Ba.** Polynesische Arten. *M. Douglasii* (Presl) Baker auf den hawaiischen Inseln mit fast bis zum Grunde schwach geflügelter Rachis, ziemlich breiten Fiederchen von fester, wenn auch nicht gerade lederiger Consistenz. Die Synangien stehen ohne Indusium nahe dem Rande auf

elliptischem Receptaculum. Habituell merklich abweichend ist die *M. melanesiaca* Kuhn mit viel schmäleren Fiederchen von mehr lederiger Textur, manchen kleinen Formen von Pteridium aquilinum nicht unähnlich. Sie besitzt Indusialschüppchen. Melanesien. — Bb. Neuweltliche Arten. Receptaculum fast rund oder die Synangien auf einem kleinen Stiel (Eupodium). Indusium stets fehlend. Lamina von mehr hautartiger Consistenz. Die hierher gehörigen Arten unterscheiden sich von der polynesischen *M. Douglasii* durch geringere Größe. — Bbα. Synangien sitzend, nahe dem Blattrande. *M. alata* Sm., Westindien, Mexiko und nördliches Südamerika, variabel in der Größe und Zähnelung der Fiederchen, mit schuppenbekleideter Rachis und scharf gesägten Blättchen. Synangienklappen stets aufrecht, ferner die ihr nahestehende *M. laevis* Sm. mit glatter Rachis und mehr stumpfen Sägezähnen. Westindien. *M. weinmanniifolia* Liebm. von Mexiko ist eine zierliche, auffällig kleinfiedrige Form mit meist dicht schuppenhaariger Rachis. — Bbβ. *M. Kaulfussii* J. Sm. von allen übrigen Marattien durch die deutlich gestielten, kurz elliptischen Synangien sofort zu unterscheiden. Synangien ziemlich weit vom Rande entfernt, bei der Reife klaffend. Das Laub erinnert mehr als bei sämtlichen verwandten Marattien an gewisse Umbelliferenblätter (Chaerophyllum, Anthriscus).

Fossile Arten. *Marattia* kommt nach Zeiller's und Raciborski's (1891) Untersuchungen schon im Rhät (*M. Münsteri* [Göpp.] Schimper) und Lias (*M. hörensis* Schimp.) vor; der Fiedertypus ist bei beiden Arten derjenige von *Taeniopteris*.

H. Potonié.

III. Kaulfussieae.

Charaktere die der einzigen Gattung.

4. **Kaulfussia** Bl. Synangien über die ganze Blattunterseite zerstreut, auf den Nervenanastomosen einzelstehend, kreisrund, im Centrum mit becherförmiger Vertiefung (Fig. 238, *D*). Die etwa 10—15 Sporenfächer bilden um die Vertiefung einen Kreis, sie öffnen sich nach innen mit einem ansehnlichen Loche oder mit einem Riss (Fig. 239, *G*, *H*). Kein Indusium. — Der Stengel ist ein fleischiges, kriechendes Rhizom mit zweizeilig gestellten Blättern auf seiner Oberseite. Blätter 3—5zählig-gefingert, etwas an die einer Rosskastanie erinnernd mit dickfleischigen Nebenblättern. Blättchen ziemlich breit-lanzettlich, wenig und unregelmäßig wellig gekerbt, auf der Unterseite mit dem früher beschriebenen (p. 431), schon mit unbewaffnetem Auge bemerkbaren Spaltöffnungen. Zwischen den starken parallelen Seitenadern, die von der Mittelrippe jedes Blättchens ausgehen, ein feines Netzwerk tertiärer Adern. Blattstiel meist doppelt so lang wie die Lamina.

Die Gattung weicht durch ihren Habitus von sämtlichen lebenden Marattiales sehr ab. Nur eine Art, *K. aesculifolia* Bl., welche Assam und die hinterindischen Inseln bis zu den Philippinen bewohnt.

Fossile Gattung.

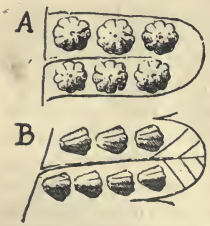


Fig. 244. *Ptychocarpus* (*Pecopteris*) *unitus* (Brongn.) Zeiller. *A* Fieder letzter Ordnung, vergr. *B* wie *A*, aber mit umgelegten Synangien. (*A* nach Grand' Eury; *B* nach Zeiller.)

Ptychocarpus Weiss (erweitert, nämlich incl. *Stichopteris* W. non Gein.), Fig. 244. — Sporangien fast cylindrisch, aufrecht stehend, zu 5—8 um ein stark vorspringendes Receptaculum vereinigt; sie dürften sich am Gipfel wie *Kaulfussia* geöffnet haben, da sie in ihrer ganzen Länge mit einander verwachsen und von einem gemeinsamen mehrzellschichtigen Gewebe dünnwandigen Parenchyms umgeben sind, das sich auch zwischen die Sporangien hineinzieht. Das Synangium zeigt sich bei manchen Resten seitwärts umgelegt. Irgend eine Andeutung einer Ring- oder Kappenbildung ist nicht zu bemerken. Sterile Reste zu *Pecopteris* gehörig.

Obercarbon und Rotliegendes. H. Potonié.

IV. Danaeeae.

Charaktere die der einzigen Gattung.

5. **Danaea** Sm. (*Arthrodanaea* Presl, *Heterodanaea* Presl suppl.). Die Fächer der Synangien stehen in langen, die parallelen Blattadern von der Mittelrippe bis dicht zum

Rande begleitenden Doppelreihen (Fig. 238, *E*). Jedes Synangium ist von einer dünnen, verschieden hohen Hautleiste umsäumt. Jedes Fach öffnet sich durch einen runden, terminalen Porus (Fig. 239, *I*, *K*). Die fertilen Wedel sind fast immer länger gestielt und tragen schmälere und etwas länger gestielte Fiedern als die sterilen (Fig. 245, *A*, *B*). Blätter einfach, dreizählig oder einfach unpaar-gefiedert mit oft zahlreichen Fiederpaaren, die Seitenfiedern fast stets opponiert. Unterstes Fiederpaar meist merklich kürzer als die folgenden. Blattstiel auch unterhalb der Lamina häufig mit 1—5 knotigen Anschwel-

Fig. 245. *Danaea alata* J. Sm. *A* Oberer Teil eines sterilen Wedels von der Unterseite gesehen. *B* Oberer Teil eines fertilen Wedels desgl. *C* Fertile Seitenfieder von der Oberseite. *D* Teil des Wedelstieles unterhalb der Lamina mit einer knotenförmigen Verdickung. *E* Sporen. (Original.)

lungen versehen (Fig. 245, *D*). Über den Gesamthabitus vieler Arten sind wir nicht genügend unterrichtet.

Die ungefähr 14 Arten der ausschließlich neotropischen Gattung ähneln einander meist sehr, teilweise sind sie jedoch schon durch die verschiedenen Größenverhältnisse leicht zu unterscheiden.

A. Wedel groß, lederig, einfach, ungeteilt oder unpaar gefiedert mit 1—2 Paar breiten, fast ganzrandigen, nur wenig gewellten Fiedern. Zwei nahe verwandte Arten, Bewohner Guyana's: *D. simplicifolia* Rudge mit einfachen Blättern. Lamina etwa 20—30 cm lang, 10—12 cm breit, *D. trifoliata* Rudge mit anfangs einfachen, später mit 3—5 zählig-gefiederten Blättern. Terminalfieder bedeutend größer als die Seitenfiedern, erstere 35 cm lang, 9 cm breit, die letzteren 17 cm lang, 5—6 cm breit. — **B.** Wedel unpaar gefiedert mit mehreren bis vielen Fiederpaaren. Terminalfieder die paarigen Fiedern nicht oder nur wenig an Länge über-

treffend. — **Ba.** Fiedern ziemlich groß, lang elliptisch-zugespitzt oder zungenförmig, nie so breit wie bei **A.** Rachis nicht oder nur sehr wenig geflügelt. Bei *D. elliptica* Sm. (fertile Seitenfieder Fig. 238, *E*, 239 *J*, *K*) sind die sterilen Fiedern zugespitzt, bis 16 cm lang, 3—4 cm breit, die Spitze ist wellig gekerbt, während die ihr nahestehende *D. nodosa* Sm. meist etwas schärfer gesägte Spitzen an den lang zungenförmigen Fiedern aufzuweisen hat. Fiedern bis 27 cm lang, 4 cm breit. Von beiden kommen Formen ohne Blattstielknoten vor. — **Bbα.** Fiedern kleiner als bei **Ba**, von verschiedener Gestalt, die sterilen meist wellig-gesägt, selten ganzrandig. Rachis wenigstens in den oberen Teilen geflügelt. *D. stenophylla* Kze. von Guadeloupe: Sterile Fiedern an der etwas ausgezogenen Spitze scharf gesägt, gewöhnlich bis 10, selten bis 13 cm lang, $1^1/_2$ cm breit. Blattstiel kahl. — Die im nördlichen Südamerika und in Westindien verbreitete *D. alata* Sm. (Fig. 245) ist sehr formenreich, bald sind die Fiedern breiter und kürzer, bald länger und schmäler, selten bis 9 cm lang und 2 cm breit. Auch in der Zahl der Fiederpaare und der geringeren oder besseren Ausbildung des Laminarsaumes der Rachis herrscht bei ihr eine bemerkenswerte Mannigfaltigkeit. Das unterste Fiederpaar ist hier besonders häufig auffällig kürzer als die höher stehenden. Durch meist breitere und etwas größere Foliola von ihr verschieden sind *D. Augustii* Karsten von Venezuela mit meist 5 Fiederpaaren und kahlem Blattstiel, und *D. Moritziana* Presl, die zahlreichere Fiederpaare (bis 12) besitzt, ihre Blattstiele sind schwach schuppig. Heimat Columbien und Peru. *D. Leprieuri* Kunze, eine kleine, meist nicht viel über 30 cm hohe Pflanze besitzt eine kaum geflügelte Rachis. Foliolum 7 cm lang, 2 cm breit. Meist mit mehreren Blattstielknoten versehen (: *Arthrodanaea* Presl). Wohnt im nordöstlichen Südamerika. — **Bbβ.** Während von den bisher genannten Arten nur bisweilen bei *D. alata* an der Basis der seitlichen Foliola eine schwache Förderung der Oberseite bemerkbar ist, lässt sich dieselbe bei den noch zu erwähnenden klein- oder schmalfiederigen Species deutlicher erkennen *D. crispa* Rchb. fil. et Endres von Costarica mit 15—20 Fiederpaaren, geflügelter Rhachis und schmalen, etwa 6 mm breiten, krausen, tief fiederteilig-gesägten Blättchen, die mittleren sind die längsten (etwa 4 cm), die untersten nur 4—5 mm lang. Gleichmäßig und wenig tief gesägt sind die sterilen Blättchen der *D. serrulata* Baker (mittlere Fieder 3 cm lang, 8 mm breit), gekerbt diejenigen der *D. Wendlandii* Rchb. fil. ($3^1/_2$ cm : 8 mm), nur gegen die Spitze hin wenig gezähnt die von *D. humilis* Moore (3 cm : 9 mm) in Peru.

Fossil sind *Danaea*-ähnliche Reste öfter bekannt gemacht worden. Die Sporangien sind eiförmig-cylindrisch, zu 8—16 in zweizeilige Sori geordnet, längs der Seitenadern mehr oder minder in das Blattparenchym eingesenkt und am Gipfel sich durch je einen Porus öffnend. So nach Stur bei *Danaeites saraepontanus* Stur (1883) aus dem Obercarbon des Saargebietes, Fig. 246. Göppert's *Danaeites asplenioides* (1836 p. 380) auf der Tafel als *Asplenites Danaeoides* bezeichnet, ist nach der Figur ganz zweifelhaft. Stur's und Göppert's Reste gehören zu der »Gattung« steriler Reste *Pecopteris*. Sehr durch ihre Sorus-, resp. Sporangien-Ausbildung der Gattung *Danaea* ähnliche Formen sind ferner im Keuper (*Danaeopsis marantacea* Heer, *D. lunzensis* Stur), im Jura (*Danaeites Heeri* Zigno) und in der Kreide vorhanden. Diese mesozoischen Reste gehören alle zu der »Gattung« steriler Fiedern *Taeniopteris*. H. Potonié.

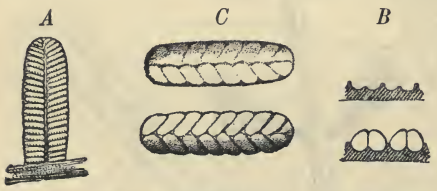


Fig. 246. *Danaeites saraepontanus* Stur, aus dem Obercarbon des Saar-Gebietes. *A* fertile Fieder letzter Ordnung. *B* Querschnitt durch 2 nebeneinanderliegende Soren, resp. Hohldruck derselben. *C* unten ein Sorus aus 16 Sporangien, darüber Hohldruck desselben. (Nach Stur.)

Fossile Marattiales. Von H. Potonié.

Bei der Durchsicht aller bisher bekannt gewordenen fertilen *Filicales*-Reste fällt es auf, dass diejenigen, die man zu den *Marattiaceae* oder in deren Verwandtschaft, also zu den *Marattiales*, mit mehr oder minder großem Recht gestellt hat, mit der Entfernung von der Jetztzeit an Häufigkeit zunehmen: am verbreitetsten sind sie im Palaeozoicum, insbesondere im Obercarbon und Rotliegenden, wo auch Farnstämme vorkommen, die hinsichtlich ihrer anatomischen Structur an die Marattiaceen erinnern, wie *Psaronius* (vgl. am Schluss der *Filicales*). Ferner sind aus dem Palaeozoicum anatomisch noch eruierbare

Rindenreste bekannt, die Brongniart als *Dictyoxyla* bezeichnete. Die parenchymatische Grundmasse wird hier von Gewebeplatten aus Stereïden durchsetzt, die radial verlaufend derart hin und her gebogen sind, dass sie sich in bestimmten Abständen auf dem Quer- und Tangentialschliff schneiden. *Dictyoxylon* ist zwar auch bei anderen Familien (*Cycadofilices*, *Calamariaceae* und *Lepidodendraceae*) constatiert, könnte aber doch auch zu fossilen *Marattiales* gehören, denn Solms macht (1896/97 p. 9) mit Recht darauf aufmerksam, dass das hauptsächlichste recente Vergleichsobject für *Dictyoxylon* die Marattiaceenblattstiele sind. Endlich kommen seit dem oberen productiven Carbon sterile Blattreste vor, die durchaus zu demselben Typus gehören, wie die Fiedern der meisten Arten von *Angiopteris*, *Archangiopteris*, *Marattia* und *Danaea*; es ist dies die »Gattung« *Taeniopteris* (vergl. am Schluss der *Filicales*). Freilich hat man nur gelegentlich die Zugehörigkeit von *Taeniopteris*-Stücken zu den Marattiaceen constatieren können, sonst sind es andere Typen steriler Reste, die sich als zu den fossilen *Marattiales* gehörig ergeben, wie vor allem *Pecopteris* (l. c.).

Im Vorangehenden und Folgenden haben nur diejenigen unter den fertilen Resten Erwähnung gefunden, die zweifellos oder mit größerem Rechte bei den *Marattiales* unterzubringen sind, während die Reste rein vegetativer Natur, auch wenn sie vermutungsweise zu den verwandtschaftlich sicherzustellenden fertilen gehören, in dem Abschnitt über die Fossilien zweifelhafter Verwandtschaft am Schluss der *Filicales* vorgeführt werden.

Die vorher und hierunter behandelten Reste sind aus den Gründen hierher gestellt worden, weil 1) die Sori ein oft sehr deutliches Receptaculum besitzen und 2) nicht selten als Synangien ausgebildet sind, 3) die Sporangien, wo es sicher constatiert werden konnte, sich meist als aus mehreren Zelllagen gebildet ergeben haben, die Reste also zu den *Eusporangiatae* gehören, 4) ein sogenannter Ring an den Sporangien nicht vorhanden oder doch höchstens als Andeutung einer Kappe ausgebildet ist, jedenfalls aber, wenn eine deutlichere Andeutung davon vorhanden ist, dieselbe in anderer Weise auftritt als bei den *Eufilicineae*: das alles sind Merkmale, die für die *Marattiales* charakteristisch sind. Auch solche Reste, denen einzelne dieser Merkmale fehlen, die sich jedoch trotzdem bequem an andere, die man am besten bis auf weiteres zu den *Marattiales* stellt, anschließen, sollen hier mit vorgeführt werden, vor allem solche, die im Gegensatz zu den *Eufilicineae* auch — soweit die Untersuchungen reichen — nicht einmal eine Spur einer Ring- oder Kappenbildung aufweisen. Hierdurch ist eine Gemeinsamkeit gegeben, die die vorläufige Zusammenfassung der Reste als zweckmäßig erscheinen lässt.

In wieweit die vorgeführten Reste in der That zu den *Marattiales* oder doch in die Vorfahrenreihe derselben gehören, kann nach dem Gesagten jetzt für die meisten derselben noch keineswegs definitiv entschieden werden, und um nun gar die fossilen zu den *Marattiales* oder in ihre nächste Verwandtschaft gehörigen und gestellten fertilen Reste in verschiedene Familien unterzubringen, ist es durchaus geraten, noch weitere Materialien und Untersuchungen abzuwarten. Stur hat 1883 schon den Versuch einer Gliederung gemacht. Er teilte die *Marattiaceae* oder, wie wir freilich schon wegen der Fossilien jetzt besser sagen, die *Marattiales* ein in:

I. *Aphlebiocarpeae* (mit *Aphlebiocarpus*).

II. *Sphyropterideae* (*Sphyropteris*).

III. *Senftenbergiae* [*Hapalopteris* (bei uns als *Renaultia* Zeiller), *Senftenbergia* (bei uns unter den *Schizaeaceen* p. 371)].

IV. *Angiopterideae* [*Angiopteris, Grand'Eurya* Stur (bei uns unter *Asterotheca*)].

V. *Hawleae* (*Hawlea* [vergl. bei uns unter *Asterotheca*], *Oligocarpia* [bei uns unter den Gleicheniaceen p. 355—356], *Discopteris, Saccopteris* Stur [vergl. am Schluss der *Filicales* unter *Corynepteris*], *Desmopteris* [nur sterile Reste!].

VI. *Asterothecae* (*Asterotheca*, *Scolecopteris*, *Renaultia* Stur [bei uns unter *Sturiella*]), *Diplazites* (bei uns *Ptychocarpus*).

VII. *Kaulfussieae* (*Kaulfussia*).

VIII. *Danaeae* (*Danaeites*).

IX. *Marattieae* (*Marattia*).

Hat sich schon seit der Aufstellung dieser Gliederung (1883) die Notwendigkeit ergeben, principielle Änderungen an derselben vorzunehmen, so zeigt sich am eindringlichsten, dass man in der That am besten mit Versuchen, die Vorfahren der *Marattiaceae* systematisch zu gruppieren, noch wartet. An dieser Stelle wurde die Besprechung der Fossilien unter den verschiedenen recenten Gattungen im Vorausgehenden nur soweit vorgenommen, als sich eine nähere Verwandtschaft zu diesen Gattungen ergiebt oder doch vorläufig annehmen lässt. Außer den dort schon angeführten Resten, wäre noch mit mehr oder minder triftigen Gründen bei den *Marattiales* unterzubringen:

1. Sporangien ring- und kappenlos.

Renaultia Zeiller (non Stur) (*Hapalopteris* St.), Fig. 247. — Sporangien eiförmig, einzeln oder zu 2—5, aber getrennt voneinander an den Aderendigungen, am Rande der Fiederchen. Die sterilen Reste zu *Sphenopteris* und *Ovopteris* gehörig.

Obercarbon.

Dactylotheca Zeill., Fig. 248. — Sporangien länglich-eiförmig, am Gipfel spitz, einzeln auf den Enden der Adern sitzend in geringer Entfernung voneinander. Nahe verwandt mit *Dactylotheca* ist vielleicht der von Renault als *Pecopteris exigua* beschriebene

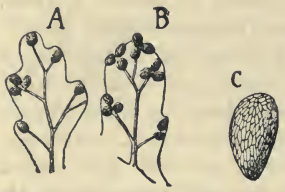


Fig. 247. *A*, *B Renaultia microcarpa* (Lesq.) Zeill., zwei fertile, etwas vergr. Fiedern letzter Ordnung. *C* Sporangium von *R. chaerophylloides* (Brongn.) Zeill. in 35/1. (*A*, *B* nach Kidston; *C* nach Zeiller.)

Fig. 248. *Dactylotheca dentata* (Brongn.) Zeill. *A* fertiles Fiederstückchen in 6/1. *B* Sporangium in 35/1. (Nach Zeiller.)

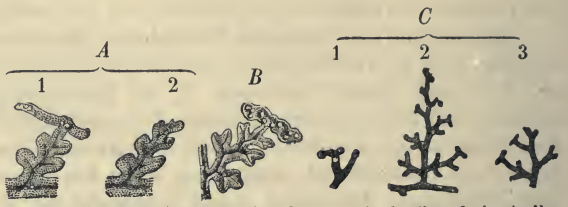


Fig. 249. *A Sphyropteris tomentosa* Stur. 1 ein fertiles, 2 ein steriles Fiederchen in 2/1. *B Sphyr. Crépini* Stur, ein fertiles Fiederchen in 2/1. *C Sphyr. Boehnischi* Stur, Fiederchen in 2/1. (Nach Stur.)

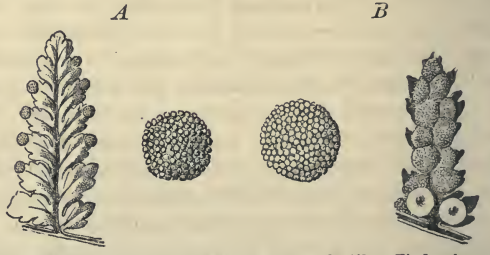


Fig. 250. *A Discopteris karwinensis* Stur, fertiles Fiederchen von oben gesehen in 2/1 und ein stark vergr. Sorus. *B Disc. Schumannii* Stur, fertiles Fiederchen von unten gesehen in 2/1 und ein stark vergr. Sorus. An den beiden unten das Fiederchen einnehmenden Soren sind die Sporangien verschwunden, so dass im Centrum das Receptaculum zum Vorschein kommt. (Nach Stur.)

Rest, jedoch stehen hier die ebenfalls einzeln auftretenden Sporangien mit ihrer Längsrichtung senkrecht zu den spreitigen Teilen. Sterile Reste zu *Pecopteris* gehörig.

Obercarbon.

Sphyropteris Stur., Fig. 249. — Eiförmige, einzelne Sporangien, welche auf einem quergerichteten Anhängsel der Fiederchenspitze sitzen. Hierher sterile Reste aus den »Gattungen« *Rhodea* und *Sphenopteris*.

Obercarbon.

Discopteris Stur, Fig. 250. — Sori kreisrund, aus sehr vielen, freien Sporangien bestehend, die auf einem »Receptaculum« sitzen. — Die sterilen Reste gehören zu *Ovopteris*.

Obercarbon.

Fig. 251. *Polytheca Desaillyi* (Zeiller) Pot. *A* fertile Fiederchen in 2/1. *B* ein Sporangium in 35/1. (Nach Zeiller.)

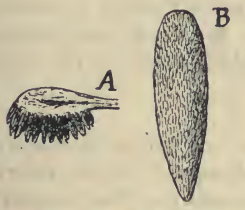


Fig. 253. *Crossotheca Crépini* Zeiller. *A* Fieder letzter Ordnung in 4/1. *B* ein Sporangium in 18/1. (Nach Zeiller.)

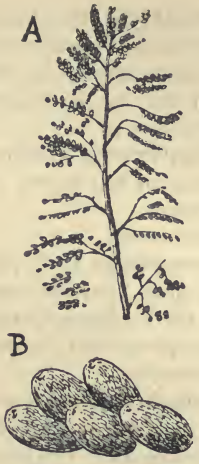


Fig. 252. *Urnatopteris tenella* (Brongn.) Kidst. *A* fertiles Wedelstück in 1/1. *B* Sporangien, vergr. (Nach Kidston.)

Fig. 254. *Aphlebiocarpus Schützei* Stur, aus den Waldenburger Schichten des produktiven Carbons von Altwasser in Niederschlesien. *a—d* in 1/1, *e* Sporangium in 5/1. (Nach Stur.)

Polytheca Pot. (*Myriotheca* Zeiller 1883 non Commerson bei Jussieu 1789 nec Bory [vergl. unter *Marattia*]), Fig. 251. — Sporangien eiförmig, frei, sitzend, sehr zahlreich und ordnungslos die ganze Unterseite der Fied. 1. O. bedeckend wie bei der recenten Gattung *Acrostichum*. — Die sterilen Reste zu *Sphenopteris* gehörig.

Obercarbon.

Urnatopteris Kidston, Fig. 252. — Fertile Teile spreitenlos; Sporangien eiförmig, zweireihig an den Axen, an denen sie sitzen, angeheftet, am Gipfel durch runden Porus sich öffnend.

Obercarbon.

Crossotheca Zeill. (*Sorotheca* Stur), Fig. 253. — Fertile Fiedern spreitenlos. Sporangien spitz, vielleicht am Grunde teilweise verbunden, am Rande von Gipfelanschwellungen der Fiederchenteile wie Franzen zahlreich herabhängend. — Die sterilen Reste zu *Sphenopteris* und *Pecopteris* gehörig.

Obercarbon.

Aphlebiocarpus Stur, Fig. 254. — Die Zweigenden verzweigter Spindeln (*a*) tragen central angeheftete, sternförmig-gelappte, spreitige Bildungen *b*, deren Oberfläche mit einer großen Zahl ringloser, eiförmiger Sporangien *c* besetzt ist. Die sterilen Teile des Restes sind unbekannt.

Unteres productives Carbon.

Asterotheca Presl. (s. oben, S. 439).

Diplolabis Ren. (s. oben, S. 440)

Scolecopteris Zenker (s. oben, S. 440).

Ptychocarpus Weiss (s. oben, S. 442).

Danaeites der Autoren (ob auch Göppert?) (s. S. 444).

2. Sporangien mit einer Gruppe dickwandiger Zellen (»rudimentärer Ring«).

Sturiella Weiss (*Renaultia* Stur non Zeill.), Fig. 255. — Sporangien groß, eiförmig-cylindrisch, am Gipfel mit einigen Haaren, von denen ein Band dickwandiger Zellen

Fig. 255. *Sturiella intermedia* (Ren.) Weiss. *A* ein vergr. Sporangium im Längsschliff. *B* 3 vergr. Sporangien von oben gesehen. (Nach Renault.)

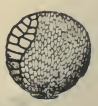


Fig. 256. Sporangium von *Sarcopteris Bertrandi* Ren. in 35/1. (Nach Renault.)

(»Ring«) nach abwärts verläuft, zu 5 einen Sorus mit kuchenförmigem Receptaculum bildend. Die Sori — wie bei *Asterotheca* und verwandten Gattungen — zweireihig auf den Fiederchen, je eine Reihe längs jeder Seite der Hauptader. Sporangien wie bei *Asterotheca* bauchständig aufsteigend, d. h. dem Centrum des Sorus zugeneigt.

Obercarbon.

Sarcopteris Ren., Fig. 256. — Sporangien kugelig, einzeln, sitzend oder auf kurzem, einfachem oder gegabeltem Stiel, mit seitenständiger, dickwandiger Zellgruppe (»Ring«.) — Die Zugehörigkeit zu einem sterilen Rest ist unbekannt.

Obercarbon.

Calymmotheca Stur (zum Teil, nämlich mit Ausnahme der von dem Autor zuvindicierten sterilen Reste) (incl. *Zeilleria* Kidston), Fig. 257. — Die Gattung bedarf ganz besonders weiterer Aufklärung. Stur beschrieb sternförmige Gebilde, die er später

»Indusien«, »Indusienkapseln«, »Kapseln mit Klappen« nannte. Einige Farne zeigen in der That aufgesprungene Kapseln, deren Lappen, wenn man sie sich ausgebreitet denkt, die Strahlen von sternförmigen Gebilden vorstellen würden. Zeiller giebt bei einigen Arten (z. B. *C. asteroides* [Lesqu.] Zeiller) sternförmig gestellte Sporangien an, die auch bei der *C. Stangeri* Stur's vorkommend von diesem mit »Indusialklappen« verwechselt worden

Fig. 257. *I Calymmotheca avoldensis* Stur. — *II C. Frenzlii* Stur in 3/1, darüber stärker vergrößert. — *III* Fertile Wedelstückchen von *Calymmotheca Stangeri* Stur zum Teil, in 1/1. — *IV C. asteroides* (Lesq.) Zeiller, ein Sporangium in 18/1. (*I—III* nach Stur; *IV* nach Zeiller.)

seien. Handelt es sich in der That zum Teil um Sporangien, zum Teil um »Indusialklappen«, so wäre, wie das Kidston thut, in der That die Gattung *Calymmotheca* in zwei Gattungen zu spalten. Zu *Calymmotheca* sterile Reste aus der »Gattung« *Rhodea* und *Ovopteris* gehörig.

Obercarbon.

Ophioglossales.

Merkmale die der einzigen Familie:

Ophioglossaceae

von

G. Bitter.

Mit 30 Einzelbildern in 6 Figuren.

Gedruckt im Mai 1900.

Wichtigste Litteratur. Vergl. auch die Litteraturverzeichnisse der früher behandelten Farnabteilungen. — Systematik und Geographie: Presl, Supplementum Tentaminis Pteridographiae (Abhandl. böhm. Ges. d. Wiss. 5. Serie. IV. 1845). — Klinsmann, Über die Botrychien der deutschen Flora und über das B. Kannenbergii als eine neue Species (Bot. Ztg. 1852). — Milde, Monographie der deutschen Ophioglossaceen (Progr. d. Realschule zu Breslau 1856). — Derselbe, Über die europäischen Botrychien (35. Jahresber. d. schles. Ges. f. vaterl. Kultur. 1857). — Roeper, Zur Systematik und Naturgeschichte der Ophioglosseae. (Botan. Ztg. 1859). — Milde, Über Botrychien, deren Einteilung und Unterscheidung. (Botan. Ztg. 1864). — Derselbe, Über eine neue Eigentümlichkeit bei Botrychium. (Botan. Ztg. 1867). — Derselbe, Index Botrychiorum. Verhandl. Zool.-botan. Ges. Wien (1868). — Derselbe, Monographia Botrychiorum, daselbst (1869). Nachträge zur Mon. Botr., daselbst (1870). — Hooker and Baker, Synopsis Filicum. London (1874). — Luerssen, Ophioglossum in: Zur Flora von Queensland. Journ. des Museum Godeffroy, Heft VIII. (1875). —

Prantl, Helminthostachys zeylanica und ihre Beziehungen zu Ophioglossum und Botrychium (Ber. d. Deutschen Botan. Ges. I. 1883). — Derselbe, Systematische Übersicht der Ophioglosseen (Daselbst I. 1883). — Derselbe, Beiträge zur Systematik der Ophioglosseen (Jahrb. des Botan. Gartens und Museums zu Berlin III. 1884). — Luerssen, Die Farnpflanzen oder Gefässbündelkryptogamen (Pteridophyta) in Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 2. Auflage III. Bd. (1889). (Hier die frühere Litteratur, soweit sie das behandelte Gebiet betrifft, erschöpfend berücksichtigt.) — v. Tavel, Über die schweizerischen Botrychium-Arten. Ber. d. Schweiz. bot. Ges. (1892). — Prantl, Das System der Farne. Arb. aus dem Kgl. bot. Garten Breslau I. (1892). — Ascherson-Graebner, Synopsis der mitteleuropäischen Flora. Band I. (1896). — Britton, A revision of the North American species of Ophioglossum. Bull. Torrey Botan. Club XXIV. (1897). — Dieselbe, Abundance of Botrychium ternatum obliquum and B. ternatum dissectum on the Berkshire Hills of Massachusetts. Daselbst (1897). — Christ, Die Farnkräuter der Erde. Jena (1897). — Davenport, Botrychium ternatum Sw. and its varieties. Fern Bulletin V. (1897). — Derselbe, Botrychium ternatum Sw. var. lunarioides (Mchx.) Milde. (Bot. Gaz. XXIII. 1897). — Franchet, 1) Un Botrychium nouveau pour la flore de France. 2) A propos du Botrychium simplex trouvé à Malesherbes. Bull. Soc. bot. de France XLIV. (1897). — Ménier, Sur les Ophioglosses de la flore de l'Ouest. Bull. Soc. des Sciences nat. de l'Ouest de la France VII. (1897). — Le Grand, Note sur deux plantes nouvelles pour la France. (Ophioglossum lusitanicum var. britannicum Le Grand). Bull. Soc. bot. de France XLIV. (1897). — Ménier, Note sur l'Ophioglossum lusitanicum var. britannicum Le Grand. Daselbst XLIV. (1897). — Rouy, Notices botaniques. Daselbst XLIV. (1897). — Dörfler, Der Banater Standort des Botr. virginianum. Allgem. bot. Ztschr. III. (1897).

Entwickelungsgeschichte: Kaulfuss, Über die Entwickelung der Wedel der Ophioglosseen. Flora (1822). —. Hofmeister, Beiträge zur Kenntnis der Gefäßkryptogamen, II. Über die Ophioglosseen. Abh. d. sächs. Ges. d. Wiss. II. (1852). — Mettenius, Filices horti botanici Lipsiensis (1856). — Goebel, Beiträge zur vergleichenden Entwickelungsgeschichte der Sporangien. Botan. Ztg. (1880, 1881). — G. E. Davenport, Vernation in Botrychium. Bull. Torrey Bot. Club VIII. (1881). — Goebel, Vergleichende Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane in Schenk's Handbuch der Botanik III. (1884). — L. J. Čelakovsky, Untersuchungen über die Homologien der generativen Produkte der Fruchtblätter bei den Phanerogamen und Gefäßkryptogamen, Pringsh. Jahrb. XIV. (1884). — Bower, Studies in the morphology of spore-producing members. Preliminary statement of the Lycopodineae and Ophioglossaceae. Proceed. Royal Society London Vol. I. (1891). — Rostowzew, Recherches sur l'Ophioglossum vulgatum. Oversigt K. D. Videnskab. Selskabs (1891). — Derselbe, Beiträge zur Kenntnis der Ophioglosseen I. Ophioglossum (Russ.). Die letztere Arbeit ist ausführlich referiert in: Übersicht über die Leistungen auf dem Gebiete der Botanik in Russland während des Jahres 1892. St. Petersburg 1894. — Holtzman, On the apical growth of the stem, and the development of the sporangium of Botrychium Virginianum Botan. Gazette 1892. — Goebel, On the simplest form of Moss. Ann. of Bot. VI. (1892). — Bower, A criticism and a reply to criticisms. Ann. of Bot. VII. (1893). — Glück, Die Sporophyllmetamorphose Flora LXXX. (1895). — Campbell, The structure and development of the Mosses and Ferns (Archegoniatae) London and New-York, Macmillan and Co. (1895), (siehe auch Trans. British Association, Oxford-Meeting 1894). — Bower, Studies in the morphology of spore-producing members. II. Ophioglossaceae. Phil. Transact. London (1896). — Jeffrey, The Gametophyte of Botrychium virginianum. Transactions of the Canadian Institute V. 1896/97 (Siehe auch die vorl. Mitteil. in Proceed. Canad. Instit. I. und Annals of Bot. XI).

Morphologie und Anatomie: Newman, British Ferns. 2d ed. (1844). — Duval-Jouve, Etudes sur le pétiole des Fougères. Hagenau (1856—1861). — Stenzel, Untersuchungen über Bau und Wachstum der Farne. I. Stamm und Wurzel von Ophioglossum vulgatum Nova Acta XXVI. 2 (1858). — Van Tieghem, Recherches sur la symmétrie de la structure dans les plantes vasculaires. Ann. sc. nat. Sér. V. T. XIII. (1870/71). — Reinke, Zur Geschichte unserer Kenntnisse vom Bau der Wurzelspitze. Botan. Ztg. 1872. — Russow, Vergleichende Untersuchungen. Mémoires de l'acad. impér. d. sciences de St. Pétersbourg VII. Sér. XIX. (1872). — Holle, Über Bau und Entwickelung der Vegetationsorgane der Ophioglosseen. Botan. Ztg. (1875). — De Bary, Vergl. Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne (1877). — Goebel, Grundzüge der Systematik, Leipzig (1882). — Van Tieghem, Sur quelques points de l'anatomie des Cryptogames vasculaires. Bull. Soc. bot. de France XXX. (1883). — Strasburger, Das botanische Praktikum. 2. Aufl. Jena

(1887), p. 178, 179. — Kühn, R., Untersuchungen über die Anatomie der Marattiaceen und anderer Gefäßkryptogamen. Flora LXXII. (1889). — Van Tieghem, Remarques sur la structure de la tige des Ophioglossées. Journ. de Bot. IV. (1890). — Campbell, Notes on the apical growth in the roots of Osmunda and Botrychium. Bot. Gaz. 1891. — Van Tieghem, Traité de botanique II. édition (1891). — Poirault, Sur l'Ophioglossum vulgatum. Journal de Botanique, VI. (1892) (vorher Compt. rend. Paris CXII u. CXIII). — Atkinson, Symbiosis in the Ophioglossaceae. Bull. of the Torrey Botanical Club XX. (1893). — Poirault, Recherches anatomiques sur les cryptogames vasculaires. Ann. sc. nat. VII. Sér. T. XVIII. (1893). — Derselbe, L'oxalate de calcium chez les cryptogames vasculaires. Journ. de Bot. VII. (1893). — Penzig, Pflanzen-Teratologie II. (1894) p. 539ff. — Grevillius, Über Mykorrhizen bei der Gattung Botrychium nebst einigen Bemerkungen über das Auftreten von Wurzelsprossen bei B. virginianum Sw. Flora LXXX. (1895). — Janse, Les endophytes radicaux de quelques plantes javanaises. Ann. Jard. bot. Buitenzorg XIV. (1896). — Boodle, On some points in the anatomy of the Ophioglosseae. Annals of Botany XIII. (1899). — Farmer and Freeman, On the structure and affinities of Helminthostachys zeylanica. Daselbst XIII. (1899). — Stahl, Der Sinn der Mycorhizenbildung. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. XXXIV. (1900).

Merkmale. Sporangien auf die Seitenränder eines einzigen, besonderen, fertilen Abschnittes des Blattes beschränkt, der dem sterilen gegenübersteht oder selten an den Flanken von mehreren kleinen fertilen, ährenförmigen Blattzweigen, die am Grunde des sterilen Spreitenteiles inseriert sind. Sporangien kugelig, der einfachen, fertilen Lamina eingesenkt oder frei, an den Seiten der Spreitenäste gebildet; sie besitzen keinen Annulus, öffnen sich durch einen Quer- oder Längsspalt. Sie besitzen eine mehrschichtige Wand und werden wie bei den Marattiales, Equisetales und Lycopodiales von einer Gruppe von Oberflächenzellen gebildet (Eusporangiatae*). Das Archespor ist die hypodermale Endzelle der axilen Zellreihe der Sporangienanlage. Sporen gewöhnlich kugeltetraëdrisch, selten kugelig. — Prothallium langlebig, meist (soweit bekannt) chlorophyllfrei, subterran, knollenförmig, kurz oder langgestreckt, bisweilen dichotom verzweigt, monöcisch. Antheridien eingesenkt, Archegonien bald eingesenkt, bald hervorragend. Embryo wie bei den Eufilicineen durch die Archegoniumöffnung nach außen dringend. — Meist kleine, ausdauernde Pflanzen mit kurzem, bisweilen knolligem, aufrechtem oder seltener kriechendem Rhizom. Die Blätter sind in der Knospenlage aufrecht oder einfach umgebogen, nie deutlich eingerollt. Die mützenförmigen, sie ganz umhüllenden Scheiden sind nicht mit den Nebenblättern der Marattiaceen vergleichbar. Sterile Blätter oder Blattabschnitte bald einfach lineal bis breit herzförmig, bald palmat oder breit riemenförmig und mehrfach dichotom, bald ein- bis fünffach fiederteilig oder mehrfach tief handförmig geteilt. Adern netzförmig anastomosierend oder frei. Fertile Segmente ohne ausgeprägte Assimilationsthätigkeit, häufig von ähnlicher Gliederung wie der sterile Teil des Blattes, fast stets ohne seine spreitige Ausbreitung. — Die Gefäßbündel von Stamm und Blatt sind fast immer collateral.

A. Prothallium und Sexualorgane.

Über die geschlechtliche Generation der *O.* sind wir trotz vieler auf ihre Erforschung gerichteter Bemühungen noch nicht befriedigend unterrichtet. Über die Entwickelungsgeschichte der tropischen *Helminthostachys* ist nichts bekannt, aber selbst über die Ontogenie unserer heimischen *Ophioglossum*- und *Botrychium*-Arten sind keine lückenlosen Angaben vorhanden. Campbell hat die Sporenkeimung bei *Botrychium virginianum* (Fig. 258 *B*) und *Ophioglossum pendulum* beobachtet. Wie außerordentlich langsam ihr Wachstum, wenigstens unter den dargebotenen Kulturbedingungen, war, erhellt daraus, dass bei dem *Ophioglossum* nach $1\frac{1}{2}$ Jahren erst 3 Zellen gebildet waren. Die schwach tetraëdrische Spore nimmt vor der Keimung reichlich Wasser auf, schließ-

*) Es sei hervorgehoben, dass außer der Entstehung der Sporangien aus einer oberflächlichen Zellgruppe für die eusporangiaten Farne (nicht für die übrigen eusporangiaten Pteridophyten) auch die Mehrschichtigkeit der Sporangienwand als Merkmal gelten kann; bei den Marattiaceen habe ich das eine Mal (p. 424) nur die letztere, das andere Mal (p. 434) nur die erstere Eigenschaft angeführt.

lich platzt das Exospor auf den drei radialen Linien, die im Centrum der ursprünglichen Sporentetrade zusammentrafen. Die erste Teilung erfolgt senkrecht zur Sporenache, die zweite um 90° gegen die erste geneigt, und zwar nur in der noch von der Hülle umschlossenen Zelle. Bei *Ophioglossum* war keine deutliche Chlorophyllbildung in den Zellen bemerkbar, wohl aber bei *Botrychium*, dessen sämtliche Primärzellen Chloroplasten besaßen. Die Bildung von Chlorophyll ist wohl auf die Kulturbedingungen zurückzuführen, unter denen Campbell die Keimlinge hielt.

Die späteren, weiter entwickelten Stadien der Ophioglossaceenprothallien sind knollig, entweder kurz elliptisch, unverzweigt (selten kurz gelappt) völlig unterirdisch und chlorophyllfrei (*Botrychium Lunaria*, *virginianum*) oder von der Kugelform an bis zu langgestreckten wurmförmigen, nicht selten ein paarmal dichotom verzweigten Gebilden (Fig. 258 *A*), die mit einer Scheitelzelle dem Licht zuwachsen und schließlich an der Spitze breiter werden und ergrünen (*Ophiogl. pedunculosum* nach Mettenius). In beiden

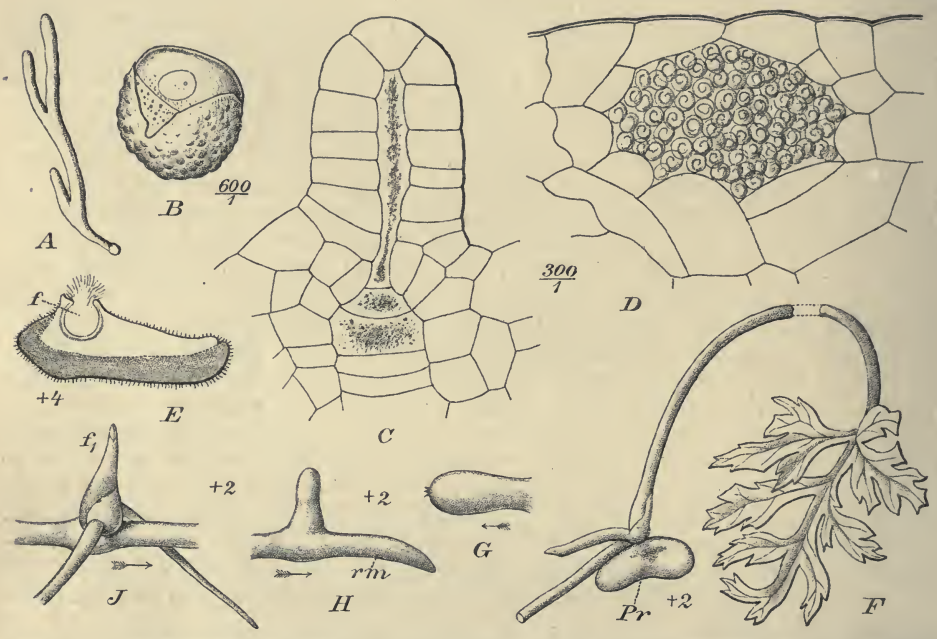


Fig. 258. *A Ophioglossum pedunculosum* Desv. Prothallium. — *B—F Botrychium virginianum* Sw. *B* keimende Spore auf dem Zweizellen-Stadium; *C* entwickeltes Archegonium im Längsschnitt; *D* entwickeltes Antheridium im Längsschnitt; *E* Längsschnitt durch ein altes Prothallium, von der jungen Farnpflanze ist nur der Fuß (*f*) angedeutet; *F* junge Pflanze mit dem noch lebendigen Prothallium (*Pr*), das dargestellte Blatt ist nicht das erste Blatt des jungen Individuums. — *G—H Ophioglossum vulgatum* L. Entwickelung der Adventivknospe aus einer horizontal verlaufenden Wurzel; *G* die Spitze der Mutterwurzel ist angeschwollen: erstes Stadium der Adventivknospenbildung; *H* die Adventivknospe hat sich bereits abgegliedert, die Mutterwurzel wächst horizontal weiter; *J* weitere Entwickelung der Knospe, Bildung eigener Wurzeln, das erste Blatt (f_1) hat bereits seine Hülle durchbrochen. Die Pfeile bei *G—J* deuten die Wachstumsrichtung der Mutterwurzel an. (*A* nach Mettenius; *B—F* nach Campbell; *G—J* nach Rostowzew.)

Fällen stehen die Sexualorgane fast nur an den unterirdischen Teilen. Das Prothallium der Ophioglossaceen ist offenbar lichtscheu und bedarf größerer Tiefe zu guter Entwickelung, es ist jedoch nicht wahrscheinlich, dass die Prothallien in den Boden hineinwachsen etwa so, wie am Vorkeim der Gymnogramme leptophylla die zur Archegonienbildung bestimmten Zweige unter Chlorophyllverlust in den Boden versenkt werden.

In der Anordnung der Sexualorgane am Prothallium sind bei den untersuchten Formen Verschiedenheiten zu bemerken. Bei *Botrychium Lunaria* scheinen auf der Oberseite vornehmlich Antheridien gebildet zu werden, während Archegonien fast ausschließlich auf der Unterseite entstehen, bei *B. virginianum* dagegen ist die Produktion der

beiderlei Geschlechtsorgane fast ganz auf die Oberseite beschränkt. Jeffrey hat bei dieser Species eine oberseitige kammförmige Erhöhung gefunden, auf deren Grat die Antheridien auftreten, während die Archegonien sich später auf ihren Seiten entwickeln.

Die Antheridien sind fast stets ganz dem Prothallium eingesenkt (vergl. Marattiaceen p. 426), nur wenn sie zu mehreren zusammengedrängt entspringen, können sie sich etwas über die Oberfläche erheben. Bei *Ophioglossum pedunculosum* und *Botrychium Lunaria* ist die Außenwand des Antheridiums zweischichtig, bei *B. virginianum* dagegen häufig ähnlich wie bei den Marattiaceen (vergl. Fig. 236 *B*) nur einschichtig (Fig. 258 *D*).

Bei *Ophioglossum pedunculosum* erheben sich die Archegonien fast gar nicht über die Thallusoberfläche, etwas mehr geschieht dies bei *Botrychium Lunaria*; *B. virginianum* dagegen erinnert durch seinen lang hervorragenden, aufrechten Archegoniumhals (Fig. 258 *C*) an Osmunda.

Die Spermatozoiden sind denen der Polypodiaceen ähnlich gestaltet, aber größer. Meist wird nur ein Embryo an einem Prothallium entwickelt, bei *B. virginianum* hat Jeffrey vielfach 2 gefunden, besonders an den zweilappigen Prothallien im feuchten Torfboden.

Polyembryonie hat Jeffrey in einem einzigen Falle bei *B. virginianum* gefunden, die beiden Sporophyten besaßen einen gemeinsamen Fuß, ihre Centralcylinder waren getrennt, die außen liegenden Gewebe dagegen verwachsen. Der eine von den Zwillingen war reichlich ernährt, der andere aber nur schwächlich.

An einem anderen, an der Spitze zerstörten Prothallium von *B. virginianum* bemerkte Jeffrey Tracheïden. Aus ihrem ständigen Auftreten bei Apogamie an Eufilicineenvorkeimen folgert er, wohl nicht mit Unrecht, dass auch hier der Beginn apogamer Erzeugung eines Sporophyten vorliege: der erste Fall bei *Eusporangiaten*.

B. Die Entwickelung des Embryo.

Bei *O. pedunculosum* wächst der dem Archegoniumhals zugekehrte Teil des bereits vielzelligen Embryos zum Cotyledo aus, zugleich produziert die nach unten gelegene Partie die erste Wurzel, beide Organe durchbrechen das ihnen entgegenstehende Prothalliumgewebe. Später entsteht zwischen beiden der Stammscheitel.

Über die Orientierung des jungen Embryos zum Prothallium bei *Botrychium* liegen noch keine genaueren Angaben vor. Dagegen hat Hofmeister eine Beschreibung späterer Zustände des *Botrychium Lunaria*, Campbell eine solche von *B. virginianum* geliefert (Fig. 258 *E*, *F*). Aus der verschiedenen Lage der Archegonien an den Prothallien der beiden untersuchten Botrychien (siehe oben) ergiebt sich ein verschiedenes Wachstum der jugendlichen Sporophyten: der von *B. virginianum* wächst sogleich senkrecht in die Höhe, der von *B. Lunaria* muss erst eine Biegung vollführen, um aus seiner Ursprungslage unter dem Prothallium ans Licht zu gelangen (vergl. das abweichende Verhalten der Marattiaceen (p. 426, 427, Fig. 236 *D*).

Die Langlebigkeit der Prothallien (sie bleiben noch mehrere Jahre nach der Bildung des Embryos lebendig und tragen zur Ernährung der jungen Farnpflanze bei) ist bemerkenswert (vergl. *Marattiaceae* p. 425). Jeffrey hat 8 Jahre alte Sporophyten von *B. virginianum* mit noch lebendem Vorkeim an ihrer Basis gefunden. Bei *B. Lunaria* sind die ersten Blätter des Sporophyten schuppenförmig und unterirdisch, bei *O. pedunculosum* und bei *B. virginianum* (nach Jeffrey) tritt bereits das Primärblatt über die Erde, seine grüne Lamina ähnelt bei dem *Ophioglossum* denen der späteren Blätter, bei *B. virg.* ist sie stets einfacher gegliedert als die späteren.

Der Fuß des jungen Sporophyten ist bei *Botrychium* stärker entwickelt als bei *Ophioglossum*.

C. Morphologie des erwachsenen Sporophyten.

Wurzeln. Bei *Ophioglossum* kommen fast nur unverzweigte Wurzeln vor, selten sind dichotome, echte Verzweigungen, d. h. solche ohne unterdrückte Adventivknospen an der Gabelungsstelle. Nur bei *O. palmatum* (Fig. 263 *B*) fand ich häufig mehrfach

dichotome Wurzeln. Dagegen scheint *O. pendulum* (Fig. 263 *A*) sich den beiden anderen Genera anzuschließen, welche Wurzeln mit monopodialer Verzweigung besitzen. Die Seitenwurzeln von *Helminthostachys* sind nicht von langer Dauer. Bei *Ophioglossum* und *Botrychium* besteht zwischen der Zahl der Blätter und derjenigen der Wurzeln eine gewisse Beziehung, indem meist nur eine, sehr selten zwei Wurzeln an der Basis jedes Blattes entspringen. Zum ersten Blatt einer Adventivknospe von *Ophioglossum* gehört keine Wurzel. Es sei jedoch hervorgehoben, dass ein so genaues Correspondieren zwischen Wurzel- und Blattsträngen, wie es nach Holle's Angaben der Fall sein soll, nicht stattfindet. Die beiden Stränge stehen nicht immer senkrecht übereinander. Wenn zwei Wurzeln unter einem Blatt vorhanden sind, so entspringt der eine Strang schräg unter dem anderen. Für *Helminthostachys*, dessen kriechendes Rhizom auf der Oberseite in zwei Reihen Blätter, seitlich und unterwärts mehrere Reihen Wurzeln erzeugt, weist schon Prantl jede engere Beziehung zwischen den beiderlei Organen zurück.

Nach Jeffrey werden am jugendlichen, aus dem Vorkeim entstandenen Sporophyten von *B. virginianum* 2—3 Wurzeln gebildet, bevor sich das erste Blatt entfaltet; bei *O. pedunculosum* entwickelt sich umgekehrt der Cotyledo eher als seine Wurzel. Für das Genus *Ophioglossum* ist der horizontale Verlauf der meisten Wurzeln charakteristisch (siehe jedoch den Abschnitt »Adventivknospen« S. 461 sowie Fig. 258 *J*), bei *Botrychium* und *Helminthostachys* dagegen sind die Wurzeln fast immer mehr oder minder abwärts gerichtet.

Bei *Botrychium Lunaria* hat sich keine feste Beziehung zwischen der Zahl der Bündel und der Zahl der Seitenwurzelreihen finden lassen, die Seitenwurzeln entspringen meist auf der Oberseite der schräg abwärts wachsenden Hauptwurzel.

Das Scheitelwachstum der Wurzel wird durch eine Scheitelzelle inauguriert, die auch durch entsprechende Teilungen mit zur steten Ergänzung der Wurzelhaube beiträgt, wobei sie, im Gegensatz zu vielen anderen Pteridophyten, von den oberflächlichen Zellen der bereits abgegliederten Nachbarsegmente unterstützt wird (entgegen den Angaben von Holle).

Bei *Helminthostachys* kommt außer dem gewöhnlichen Wachstum mittels einer Scheitelzelle ein eigentümlicher Prozess vor, der an den S. 427, 428 dieses Bandes beschriebenen Vorgang an Angiopteris-Wurzeln erinnert: die Scheitelzelle stirbt aus unbekannten Gründen ab, und die jüngsten oberflächlichen Segmentzellen in ihrer Nachbarschaft übernehmen das weitere Scheitelwachstum.

Die Behauptung Prantl's, dass die gesamte Section *Euophioglossum* monarchen Wurzelbau besitze, ist durch Poirault widerlegt worden: *O. decipiens* hat sogar triarche Wurzeln. Bei *O. pendulum* können dagegen statt der gewöhnlichen tri- oder tetrarchen Wurzeln auch diarche vorkommen, ja, sogar monarcher Bau ist bei ihm an der Basis einer Seitenwurzel beobachtet worden. Auch die gewöhnlich diarchen Würzelchen von *Botrychium Lunaria* sind an ihrer Basis monarch. *Helminthostachys* schwankt zwischen Tetrarchie bis Heptarchie, gewöhnlich ist sie hexarch.

Wurzelhaare haben bislang weder bei *Botrychium*, noch bei *Ophioglossum* nachgewiesen werden können. Auch bei *Helminthostachys* fehlen sie, nur ganz vereinzelt fanden Farmer und Freeman in ihrem reichen Material schwache Ausstülpungen der oberflächlichen Zellen. Betreffs der Ernährung vergl. weiter unten den Abschnitt: »Symbiose«.

Die oberflächliche Zellschicht der Ophioglossaceen-Wurzeln weist starke Celluloseverdickungen an der Außenwand auf. Bei *O. palmatum* füllen dieselben fast das ganze Zelllumen aus. Bei anderen sind die Verdickungen oft mit unregelmäßigen Vorsprüngen versehen, oder die ganze Zellwand ist gleichmäßig verdickt. Von *O. Gomezianum* var. *latifolium* giebt Poirault an, dass die verdickte Außenwand der oberflächlichen Zellschicht der Wurzel Holzreaktion zeige.

Über anatomische Eigenschaften der Gefäßbündelelemente sowie über das secundäre Dickenwachstum der Wurzel siehe die Angaben im Abschnitt »Rhizom«. Hier sei nur noch bemerkt, dass in den monarchen, horizontal verlaufenden *Ophioglossum*-Wurzeln das Xylem stets unterseits, das Phloem oberseits gelegen ist. Erst nahe der Insertion am

Stamm machen beide wenigstens bei *O. vulgatum* eine Drehung um 90°, so dass sie nun nicht mehr über-, sondern nebeneinander liegen.

In Bezug auf das anatomische Verhalten des Wurzelbündels bei echter Dichotomie bestehen noch Meinungsverschiedenheiten (Rostowzew, Poirault).

Rhizom. Der Stengel ist bei den Ophioglossaceen in Form eines kurzen, aufrechten oder kriechenden Rhizoms von langsamem Wachstum ausgebildet, das bisweilen knollige Gestalt annimmt.

Eine echte Verzweigung des Stengels von *O. vulgatum*, deren Vorkommen früher verschiedentlich behauptet worden ist, hat Rostowzew nicht nachweisen können. In allen von ihm beobachteten Fällen von Verzweigung stellte es sich heraus, dass der Zweig endogenen Ursprunges ist, er stellt eine Adventivknospe einer ganz jungen Wurzel dar. Rostowzew beobachtete an den Exemplaren mit dieser scheinbaren Stammverzweigung stets Zerstörung des primären Stammscheitels. Es liegt nahe, die frühzeitige Adventivknospenbildung der Wurzel mit dieser Vernichtung in Beziehung zu bringen. Dagegen hat Poirault später einen Fall von wirklicher Dichotomie des Stengels bei *O. vulgatum* angegeben. Gabelung des Rhizoms verschiedener Botrychien ist als seltene Erscheinung von Milde beobachtet worden. Bei *Helminthostachys* kommt keine echte Verzweigung des Rhizoms vor, vergl. jedoch unter »Adventivknospen« S. 461.

Das Wachstum des Stengels am Vegetationspunkt erfolgt mittels einer großen Scheitelzelle, die im Grunde einer schwachen Einsenkung liegt.

Wie an den Wurzeln, so ist, wenigstens bei *Botrychium* und *Helminthostachys*, auch am Rhizom eine äußere Endodermis ausgebildet. Die Endodermis im Stamm der Botrychien ist ohne Reagentien nicht immer deutlich zu sehen, mit H_2SO_4 treten jedoch die Verdickungen der Radialwände scharf gelbbraun hervor. Bei *Helminthostachys* setzt sich die Endodermis in den Petiolus fort. *Ophioglossum* besitzt eine Endodermis nur in der Wurzel. (Über die Struktur derselben vergl. Poirault, Ann. sc. nat. 1893, p. 130 ff.). Nur bei einigen *Ophioglossum*-Arten ist an der Basis des Rhizoms eine nach oben zu undeutlich werdende Endodermis vorhanden.

Die Bündel des Stammes und der Blätter sind collateral gebaut.

Eine innere Endodermis findet sich im Rhizom von *Botrychium* und einigen Ophioglossen nur an der Basis, wird also nur von der jugendlichen Pflanze gebildet, umgekehrt entwickeln nur ältere Rhizome von *Helminthostachys* eine innere, aber unregelmäßige Endodermis.

In der Art der Gefäßbündelverteilung im Stamme unterscheiden sich *Ophioglossum* einerseits, *Botrychium* und *Helminthostachys* andererseits merklich voneinander. *Ophioglossum* besitzt einen hohlen Cylinder aus netzförmig verbundenen Strängen, zwischen denen große, mehr oder weniger rhomboidale Maschen ausgespart sind. Bei *Botrychium* dagegen ist die Wandung des das Mark umschließenden Hohlcylinders fast ganz mit Bündelelementen erfüllt, nur für die Blätter sind kleine Lücken vorhanden, wodurch das Rinden- und Markparenchym kommunizieren. Jedoch kommt nach Hofmeister auch bei *O. vulgatum* bisweilen an beschränkten Stellen ein ähnlicher Zusammenschluss der Bündel wie bei *Botrychium* vor. *Helminthostachys* hat eine Gefäßbündelröhre, die unterseits geschlossen ist, nur oberseits sind Maschen für die dort entspringenden Blätter vorhanden.

Während die übrigen Ophioglossaceen endarche Xylementstehung zeigen, haben Farmer und Freeman für *Helminthostachys* mesarchen Bau im Rhizom nachgewiesen, also ähnlich wie bei der Lycopodiacee *Phylloglossum*, mit der diese Gattung auch andere anatomische Eigentümlichkeiten teilt. Dagegen herrscht im Petiolus von *Helminthostachys* wie bei den übrigen Endarchie. Für das Xylem der *O.* ist charakteristisch, dass es ausschließlich aus Tracheïden zusammengesetzt ist, und dass andere Zellarten ganz darin fehlen, nur einreihige Markstrahlzellen machen davon eine Ausnahme.

Gegen das Bestehen eines secundären Dickenwachstums bei den *O.* hat sich besonders Prantl erklärt, dagegen ist die Mehrzahl der Forscher darüber einig, dass

bei *Botrychium* thatsächlich eine secundäre Vermehrung des Xylems durch das Cambium, wenn auch nur in bescheidenen Grenzen stattfindet (Russow, Goebel, Campbell, Haberlandt, Jeffrey, Boodle, Farmer-Freeman). Das Phloëm erfährt keine Vermehrung durch das Cambium, nur dem Xylem werden Tracheïden hinzugefügt.

Nachdem bereits Rostowzew für das Rhizom von *O. vulgatum* einen schwachen secundären Zuwachs des Xylems angegeben hatte, ist diese Behauptung in jüngster Zeit durch Boodle bestätigt und auf die Wurzel derselben Pflanze sowie auf die von *Botrychium Lunaria* ausgedehnt worden.

Dagegen wird neuerdings abweichend von den Behauptungen van Tieghem's und Strasburger's das Vorkommen eines secundären Dickenwachstums bei *Helminthostachys* durch Farmer und Freeman geleugnet.

Blätter. Bei der Besprechung der Blattorgane der *O.* ist vor allem der eigenartigen Gegenüberstellung eines sterilen und eines fertilen Abschnitts an den voll entwickelten Blättern zu gedenken, wodurch unsere Familie sich von allen übrigen Farnabteilungen absondert (Fig. 259 *A*, *B*, 260 *F*). Im einzelnen ist das Abgliederungsverhältnis der beiden Abschnitte zu einander ein sehr verschiedenartiges, es wird im speciellen Teil eingehender gewürdigt werden; hier sollen nur kurz einige Extreme und die Haupttypen erwähnt werden: Nur bei wenigen Formen ist die Trennungsstelle der beiden einander opponierten Blattäste so tief gelegen, dass sie für die oberflächliche Untersuchung völlig frei voneinander erscheinen (*O. Bergianum*, weniger ausgeprägt bei einigen Botrychien). Gewöhnlich gliedert sich der Stiel der fertilen Spreite ziemlich nahe unter der Basis der sterilen Lamina ab, es existieren jedoch alle Übergänge sowohl zu dem zuerst erwähnten Verhalten wie zu dem folgenden. Einzelne Arten von *Ophioglossum* und *Botrychium* zeigen eine Insertion des fertilen Abschnittes auf der sterilen Breite selbst. Für die verschiedenen Arten ist ein bestimmtes Stellungsverhältnis ziemlich konstant. Durch die Untersuchungen Bower's ist festgestellt worden, dass auch bei *O. palmatum* die meisten von den Sporangiophoren, welche in größerer Zahl an der Basis der sterilen Lamina und an dem in sie allmählich übergehenden Pedunculus entspringen (Fig. 263 *B*), nicht, wie man vorher allgemein annahm, marginal, sondern auf den nach innen zu gelegenen Partien stehen. Wirklich marginaler Ursprung ist weit seltener und meist nur bei den am höchsten sich abgliedernden »Ähren« zu bemerken. Übrigens habe ich von *O. palmatum* Exemplare mit völlig ungeteilten oder einfach dichotomen Spreiten gesehen, bei denen die 1—2 fertilen Abschnitte in der Mediane inseriert waren (offenbar Jugendformen).

Die Zahl der zu gleicher Zeit entwickelten Blätter ist bei den meisten sehr beschränkt, bei einer ganzen Anzahl von Species bildet ein Individuum alljährlich nur ein Blatt. Jedoch giebt es von solchen Arten einzelne Exemplare oder vielleicht auch Rassen, die eine größere Zahl von Blättern produzieren.

Im großen und ganzen entspricht die Gliederung des fertilen Abschnittes derjenigen des sterilen, wennschon sie meist von geringerer Intensität ist. Ein auffälliger Gegensatz herrscht in dieser Hinsicht bei *Helminthostachys* (Fig. 260 *E*), wo der tief doppelt oder dreifach fingerspaltigen sterilen Lamina eine lange, mit wenig verästelten, kurzen, zweizeiligen Zweigen besetzte Fruchtähre gegenübersteht, die nur selten größere Äste besitzt.

Die engen morphologischen Beziehungen zwischen dem rein assimilatorischen und dem vornehmlich reproductiven Teil der Ophioglossaceen-Doppelspreite werden durch die in allen drei Gattungen dieser Familie nicht gerade seltenen Bildungsabweichungen offenbar. Bald zeigt ein Stück der sterilen Spreite Übergänge zur fruchtbildenden Blattform, bald werden umgekehrt Partien des fertilen Wedelabschnittes mehr oder weniger assimilatorisch ausgebildet unter entsprechender Verminderung der fructificativen Thätigkeit. Gegenüber verschiedenen anderen Hypothesen ist der durch die Entwickelungsgeschichte und durch das morphologische Verhalten gestützten Auffassung Raum zu geben, nach welcher der fertile Teil des Blattes dem sterilen gleichwertig ist.

Bei *Ophioglossum* ist die Spitze der fertilen Spreite mit einem bei manchen Arten ziemlich langen (siehe den speciellen Teil) sporangienlosen Fortsatz versehen (Fig. 260 *A*),

noch ausgeprägteren Spreitencharakter tragen die sterilen, lappigen Spitzenausbreitungen der sporangientragenden Blattästchen von *Helminthostachys* (Fig. 260 *G*).

Wenn auch nicht von so unerschöpflicher Mannigfaltigkeit wie bei der großen Familie der Polypodiaceen, so sind die Blattformen der *O.* doch trotz der geringen Zahl der hierher gestellten Gattungen ziemlich verschieden. Am einfachsten sind noch die sterilen Blattabschnitte der zur Section *Euophioglossum* gehörigen Arten: schmal-lineale bis breitlanzettliche (Fig. 259 *A*) oder herzförmige Spreiten ohne weitere Gliederung. Einen

Fig. 259. Blattformen der Ophioglossaceen und deren Aderung. *A*, *C Ophioglossum vulgatum* L. *A* ganze Pflanze verkleinert, *st* Rhizom, *w* Wurzel, *bs* gemeinsamer Blattstiel, *x* Spaltungsstelle in den sterilen (*b*) und den fertilen Spreitenteil (*f*); *C* steriler Blattteil in nat Gr. — *B*, *D Botrychium Lunaria* Sw. *B* ganze Pflanze verkleinert (Bezeichnungen wie bei *A*); *D* steriler Blattteil in nat. Gr. — *E Helminthostachys zeylanica* Hook., eine seitliche Einzelfieder des sterilen Blattteiles, in drei Secundärabschnitte gegliedert. (*A*, *B* nach Sachs; *C*—*E* Original.)

auffälligen Kontrast zu ihnen bilden die beiden epiphytischen Angehörigen des Genus, von denen die eine durch ihre mehr als meterlangen, dichotom verzweigten, hängenden Folia an Platycerium gemahnt (Fig. 263 *A*), während die Blätter der anderen eine breit

handförmig gelappte Gestalt haben (Fig. 263 *B*). Über die einfachen Blätter jugendlicher Pflanzen der beiden Epiphyten vergl. den speciellen Teil S. 469. *Botrychium* hat teils einfach gefiederte Blätter, manchmal mit wenigen, bisweilen aber mit zahlreicheren Abschnitten (nur bei einer zwergigen Art oft völlig ungeteilte Spreiten), teils mehrfach gefiederte, breit dreieckige Formen. Die sterile Lamina von *Helminthostachys* ist mehrfach tief fingerig bis fußförmig fiederspaltig mit großen, breit linealen, ungeteilten Abschnitten.

In der Verzweigung der Stränge im Blattstiel haben sich, trotzdem die Untersuchung noch nicht allgemein durchgeführt ist, bemerkenswerte Differenzen bei den verschiedenen Vertretern ergeben. Bei *Ophioglossum lusitanicum* entspringen an dem vom Bündelcylinder des Stammes ausgehenden Medianstrange zwei schwächere Lateralstränge nahe an seiner Basis, welche an fertilen Blättern weiter oben je einen oberseitigen Zweig producieren. Diese letzteren konvergieren und verschmelzen schließlich in der Mediane der Oberseite zu dem Strang, der allein in den fertilen Teil des Foliums übergeht. *O. vulgatum* hat ein ähnliches, nur stärker verästeltes Schema. Der für den fertilen Blattast bestimmte Strang entsendet hier ebenso wie die übrigen sich verästelnde Seitenstränge, die äußeren Zweige derselben werden in die sterile Spreite herübergenommen.

Bei *Botrychium* gabelt sich der Primärstrang an der Basis des Stieles, jeder der Äste bildet auf seiner Oberseite eine Auszweigung, die auf diese Weise entstandenen beiden Stränge gehen in den fertilen Teil über. Die für den sterilen Teil bestimmten Stränge können sich außerdem bei den größeren Arten vorher und nachher noch mehr verästeln. So kommen in den Stielen besonders großer Blätter von *B. virginianum* bis 10 Bündel auf dem Querschnitte vor.

Die Blattstiele von *Helminthostachys* erhalten von der hinteren Ecke der zugehörigen Masche auf der Oberseite des dorsiventralen Rhizoms einen Strang, der sich sogleich in zwei Äste gliedert, die noch vor ihrem Eintritt in den Blattstiel nach oben je einen Zweig bilden. Durch weitere, wiederholt dichotome Verästelung unter gleichzeitiger Anastomosenbildung entstehen zehn periphere Stränge und ein weiter innen gelegener, der von einem der oberseitigen Stränge entsprungen ist und diesem mehr als der entgegengesetzten Seite des Querschnitts genähert ist. Nach Farmer-Freeman werden gewöhnlich nur 7—8 Stränge gebildet. Abweichend von *Botrychium* ist die Verteilung dieser Stränge und ihrer weiteren Abkömmlinge in die drei sterilen und das eine fertile Blattsegment. In jedes werden vier Stränge gesandt, das fertile erhält sowohl oberseitige Stränge als auch Teile des Innenstranges, der aber auch in die drei sterilen Segmente Zweige entsendet. Bei *Botrychium* gehen von den für das fertile Segment bestimmten zwei Strängen keine Äste in den sterilen Teil über. Während die meisten *O.* collaterale Bündel auch im Blattstiel besitzen, machen nach Campbell einige Botrychien davon Ausnahmen. *B. virginianum* hat in diesem Organ typisch concentrische (periphloematische) Bündel, *B. ternatum* nähert sich mehr dem collateralen Typus durch stärkere Phloementwickelung auf der Außenseite. Die Blattstielbündel von *B. Lunaria* sind fast schon als collateral zu bezeichnen.

Die Anordnung der Stränge in den Spreiten steht naturgemäß mit der so verschiedenen Form der Lamina in enger Beziehung. Doch auch bei ähnlichem Umriss wie innerhalb der Section *Euophioglossum* sind die Adern nicht immer in der gleichen Weise verteilt (vergl. die systematische Gliederung dieser Section nach Prantl, S. 466 ff.). Sogar innerhalb derselben Art variiert ihre Anordnung (*O. Bergianum* nach Bower). *Ophioglossum* mit seinen mehr oder weniger häufig anastomosierenden Adern, von denen die central verlaufenden bei manchen Species etwas dicker sein und fast eine Art Mittelrippe bilden können, steht abgesondert den beiden anderen Gattungen gegenüber, deren nicht anastomosierenden Aderungsformen die Typen: *Cyclopteris*, *Eupteris* und *Sphenopteris* (für *Botrychium*), *Taeniopteris* (für *Helminthostachys*) entsprechen, die unter einander unverkennbar mehr Übereinstimmung zeigen.

Bei den stärker gegliederten Formen herrscht katadrome Aderung und dem entsprechende Segmentanordnung, nur bei einer Art (*B. virginianum*) sind die unteren Secundärsegmente stets anadrom, das ihm nahestehende *B. lanuginosum* zeigt Anadromie

nur selten. Bei dem netzförmig-anastomosierenden Aderwerk von *Ophioglossum* kommen sowohl innerhalb der Maschen als auch am Blattrande freie Strangenden vor.

Textur. Die meisten *O.* haben etwas fleischige Spreiten, nur wenige *Botrychien* besitzen das papierdünne Laub ausgeprägter Waldschattenpflanzen, *Helminthostachys* steht allein mit seinen festeren, fast lederig zu nennenden Fingerblättern. Bei manchen *Ophioglossum*-Arten scheint die Textur mit der Verschiedenheit der Standorte zu wechseln. In gemäßigten Breiten hat man bis jetzt nur bei *Botrychium Matricariae* ein Überwintern der sterilen Spreitenteile bemerkt, die fertilen sterben dagegen stets ab. Deutliches Palissadenparenchym ist nirgends beobachtet worden, nur die Intercellularen sind bei den horizontal ausgebreiteten Spreiten an der Oberseite weniger ausgebildet. Die Epidermis besteht meist aus ziemlich dickwandigen, polygonalen Zellen mit geraden (*Epidermis stricta*) oder gewellten Wänden (*Epidermis flexuosa*). Die Hauptrichtung, in der die Epidermiszellen gestreckt sind, besitzt bei *Ophioglossum* ebenfalls teilweise diagnostischen Wert. Sind die Zellen sämtlich in der Längsrichtung gestreckt, so spricht man von einer *Epidermis porrecta*, wenn sie sich aber nicht in einer einheitlichen Richtung ausdehnen, von einer *Epidermis undique directa*. In entsprechender Weise sind auch die Stomata orientiert. Bei der Form der Epidermiszellen ist stets auf die verschiedenen Teile eines Blattes zu achten, denn nicht nur zwischen Ober- und Unterseite, sondern auch zwischen den medianen und lateralen Partien derselben Spreite kommen bei manchen Arten erhebliche Verschiedenheiten vor.

Einige *Ophioglossum*-Arten fallen durch helles, fast gelbgrünes Laub auf (z. B. *O. vulgatum*) Ob sich vielleicht in diesem Verhalten eine verminderte Assimilationsthätigkeit des Chlorophylls ausspricht, bedarf weiterer Untersuchung. Bei *O. ellipticum*, *fibrosum* und *decipiens* ist in der Mediane der Lamina ein blasser Streifen zu bemerken, die sogen. *Vitta*, diese durch merklichen Chlorophyllmangel ausgezeichnete Blattpartie findet sich also da, wo die geringste Zahl von feinen Äderchen innerhalb der Bündelmaschen vorhanden sind. Übrigens ist auch bei einigen anderen Arten im unteren Teil der Spreitenmediane weniger Chlorophyll als an den Seiten zu bemerken.

Nach Farmer-Freeman führt die ober- und unterseitige Epidermis der sterilen Spreite von *Helminthostachys* Chlorophyll.

Aus der Entwickelungsgeschichte der Blätter ist bemerkenswert, dass sie in der Knospenlage nicht wie bei den Filicales und Marattiales eingerollt, sondern entweder aufrecht oder einfach umgekrümmt sind, nur bei einem *Botrychium* ist der fertile Teil schwach eingerollt. Über die Verschiedenheiten der Knospenlage in der Gattung *Botrychium* vergl. den speciellen Teil.

Die jugendliche Blattanlage wächst bei *O. vulgatum* zuerst längere Zeit mit einer Scheitelzelle, erst nach dem ersten Jahre ihrer Bildung macht sich mit dem Auftreten der Spreite marginales Wachstum geltend. Im vierten Jahre entsteht erst der Blattstiel, der beim Beginn der nächsten Vegetationsperiode infolge intensiver Querteilung longitudinal verlaufender Zellreihen die Spreite ans Licht emporhebt. An den Blättern älterer Individuen, die außer dem sterilen auch einen fertilen Abschnitt producieren, wird dieser gleich nach der Entstehung der sterilen Spreite angelegt, indem sich eine oder zwei periphere, median gelegene Zellen an der Spreitenbasis stark vergrößern und durch intensive schräg gerichtete Teilungen eine Erhöhung schaffen, welche von den Rändern der stark sich ausdehnenden, sterilen Lamina mantelförmig umhüllt wird.

Scheiden. Die bündelfreien Scheiden, welche bei den Ophioglossaceen die jungen Blätter umhüllen, scheinen keinen morphologisch übereinstimmenden Charakter in der ganzen Familie zu haben. Bei *Botrychium* ist es die Blattstielbasis, welche glockenförmig über dem nächsten Blatte vollständig zusammenschließt (ähnlich wie bei Platanus). Bei *B. virginianum* ist die Basis des Petiolus mit einem Längsspalt versehen, also eine »offene Scheide«, sodass hier, wenn auch vielleicht nur rein äußerlich, eine gewisse Ähnlichkeit mit den jedoch stets gefäßbündelführenden Nebenblättern der Marattiaceen besteht. — Die Gattung *Ophioglossum* besitzt Scheiden, die offenbar nicht in einem so engen Zusammenhang mit den Blattbasen stehen. Prantl fasst diese mützenartigen Hüllen als

Wucherungen der Stammoberfläche auf, die als mehrschichtige Decken die jugendlichen Blätter völlig umschließen. Da sie am Vorderrande in Spreuhaare ausgehen, bei manchen Arten (z. B. *O. palmatum*) auch auf ihrer Oberfläche mit dichtgestellten Haaren bekleidet sind, so bringt Prantl sie mit den Spreuhaaren in morphologische Beziehung. Diese Annahme bedarf jedoch weiterer Prüfung. Während Prantl die Scheiden der Gattungen *Ophioglossum* und *Helminthostachys* einander mehr vergleichbar findet, geben Farmer und Freeman eine größere Ähnlichkeit zwischen *Botrychium* und *Helminthostachys* an und erhärten diese Behauptung durch Figuren. Entwickelungsgeschichtlich ist der Vorgang der Scheidenbildung bei *Botrychium* folgender: Auf einem sehr frühen Stadium des Blattes entsteht an seiner adaxialen Seite ein sich über den Stammscheitel herüberlegender, haubenartiger Auswuchs, der sich in eine für ihn passende Geweberille auf der gegenüberliegenden Seite des Stammes hineinsenkt. Ähnlich ist es auch bei *Helminthostachys*, abweichend hauptsächlich nur entsprechend der dorsiventralen Ausbildung des Rhizoms. Bei allen drei Gattungen bleibt eine schlitzförmige Öffnung an der genetischen Spitze der Hülle übrig.

Über die erste Scheide der Adventivknospen von *Ophioglossum* vergl. S. 461.

Anatomisches Verhalten. Eine Anzahl anatomischer Eigentümlichkeiten wurden schon bei den einzelnen Organen behandelt.

Im Gegensatz zu den Marattiaceen wird bei den *O.* ein Korkgewebe gebildet, das die Stellen, wo die abgestorbenen Blätter gesessen haben, abschließt. Sicher ist Kork als Trennungsgewebe allerdings zunächst nur bei *B. virginianum* nachgewiesen (Jeffrey). Da aber auch bei anderen Botrychien sowie bei *Helminthostachys* Periderm sowohl am Stamm als auch an den Wurzeln vorhanden ist, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass auch bei anderen Ophioglossaceen ein Abschluss der Blattnarben stattfindet.

An dem dorsiventralen Rhizom von *Helminthostachys* kommt Korkbildung nur auf der Oberseite vor.

Über Celluloseverdickungen der Wurzelepidermen vergl. S. 454.

Das Rindenparenchym der Rhizome und Wurzeln dient als Stärkereservoir, es kann in den Stengelknollen mancher kleinen Ophioglossen im Verhältnis zu ihrer Größe sehr ansehnliche Ausdehnung gewinnen.

In den Intercellularen des Rhizomparenchyms von *O. vulgatum* sind die bei den Marattiaceen (p. 431, vergl. auch die Litteraturangaben p. 423) genauer geschilderten »Stäbchen« in spärlicher Zahl nachgewiesen worden. Auch in den Intercellularen des Rhizomparenchyms von *Helminthostachys* fanden Farmer und Freeman Pectate.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Tüpfel im Rhizomparenchym bei *Ophiogl. vulgatum*, weniger bei *Helminthostachys*, ein günstiges Objekt für den Nachweis von Plasmaverbindungen zu sein scheinen (Poirault, Farmer-Freeman).

Über dem Phloëm der *Ophioglossum*-Wurzeln fehlt das Pericambium.

Calciumoxalat ist bei *O. pendulum* in Form von Prismen und von zu Sphäroiden vereinigten feinen Nadeln zu finden, bei *Helminthostachys* nur in der letzteren Gestalt.

Ein Charakteristicum für die *O.* gegenüber den Marattiaceen ist der Mangel von Sklerenchym und von Schleimgängen.

Stomata. In der Gattung *Botrychium* hat Prantl eine Gliederung in zwei Sectionen vorgenommen, wobei neben anderen Unterschieden auch die verschiedene Stellung der Spaltöffnungen auf dem sterilen Blattabschnitt in Betracht kommt. Bei *Eubotrychium* sind auf beiden Seiten der Lamina Stomata vorhanden, bei *Phyllotrichium* nur auf der Unterseite. Offenbar hängt dies mit der verschiedenen Gestalt der Lamina in beiden Sectionen und der damit gebotenen Orientierung zum Licht zusammen, worauf Prantl nicht hingewiesen hat. *Eubotrychium* hat mehr aufgerichtete Spreiten, *Phyllotrichium* horizontal ausgebreitete.

Nach Campbell fehlen auf dem Sporophyll von *O. pendulum* im Gegensatz zu anderen *Ophioglossum*-Arten die Spaltöffnungen ganz.

Auf den spreitig verbreiterten Zweigenden der *Helminthostachys*-Ähre (Fig. 260 *G*)

sind beiderseits Stomata zu finden, dagegen sind sie auf dem sterilen Blattteil entsprechend seiner ziemlich horizontalen Ausbreitung fast ganz auf die Unterseite beschränkt.

Behaarung ist in unserer Familie sehr ungleich verteilt. Die Angehörigen des Genus *Ophioglossum* sind meist völlig kahl, nur an den freien Rändern der Scheiden sind bisweilen haarartige Fransen zu bemerken. Besonders auffällig ist die dichte Bekleidung der Scheiden des *O. palmatum* mit wenig verzweigten, langen, aus einzelnen Zellreihen gebildeten Haaren (Fig. 263 *C*), welche die Basis der Pflanze in Form eines Schopfes umhüllen. Von allen drei Gattungen scheinen diese Scheidenhaare bei *Helminthostachys* am spärlichsten vorzukommen. Sie sollen nach Farmer und Freeman bei dieser letzteren Gattung die Funktion der Schleimabsonderung haben. Über die Annahme Prantl's betr. den morphologischen Zusammenhang der Scheiden von *Ophioglossum* und *Helminthostachys* mit Haaren vergl. den Abschnitt »Scheiden« S. 460.

Für das Genus *Botrychium* hat Prantl nachgewiesen, dass das Fehlen oder Vorhandensein von Haaren mit anderen systematischen Merkmalen derart zusammenfällt, dass dadurch eine Gliederung in zwei Sectionen ermöglicht wird: dem unbehaarten *Eubotrychium* steht *Phyllotrichium* mit Formen gegenüber, deren Blätter wenigstens in der Jugend stets behaart sind. Bei manchen Arten ist sogar das Haarkleid nicht hinfällig, sondern hüllt auch die erwachsenen Folia ein (*B. lanuginosum*). Die eine Zellreihe darstellenden Haare der Botrychien haben 3—5 kurze Basalzellen, die meist nicht viel länger als dick sind, und eine sehr lange, zugespitzte Terminalzelle.

Adventivknospen. Die Wurzeln vieler *Ophioglossum*-Arten besitzen, worauf schon 1844 Newman hingewiesen hat, in hohem Maße die Fähigkeit, Adventivknospen zu bilden. Es wird also auf diesem Wege ausreichend für die Fortpflanzung gesorgt, während die Vermehrung durch die geschlechtliche Generation wenigstens bei einigen Arten, wie es scheint, ein seltenes Vorkommnis ist. Nach Rostowzew wandelt sich nicht die Scheitelzelle, sondern eins der jüngeren Segmente der Wurzel in die Knospe um, indem eine der äußeren Zellen desselben zur Scheitelzelle des Adventivsprosses wird. Das erste Blatt der Knospe durchbricht eine Scheide, die von dem Gewebe der Wurzelrinde und -haube gebildet wird (Fig. 258, *G—J*: drei Stadien in der Adventivknospenbildung). Meistens nimmt die Mutterwurzel des Adventivsprosses nach kurzer Abwärtskrümmung ihre ursprüngliche horizontale Richtung wieder auf, bisweilen aber wächst sie mehr oder weniger tief abwärts. Die Primärwurzeln des Adventivsprosses sind nach abwärts gerichtet.

Poirault hat auch an älteren isolierten Wurzeln und an ihrer Terminalknospe beraubten Rhizomen von *O. vulgatum* reichliche Adventivknospenbildung von stets endogenem Ursprung hervorrufen können.

Bei *O. fibrosum* sollen die Adventivknospen wenigstens von den Wurzeln der intakten Pflanze nicht gebildet werden (Welwitsch).

Die von Boodle vermutete Begünstigung der Adventivknospenbildung durch den monarchen Wurzelbau ist als nicht genügend bewiesen anzusehen, denn 1) giebt es Arten mit di-, ja sogar tri- bis tetrarchen Wurzeln, die trotzdem Adventivknospen bilden, (*O. decipiens* und *O. pendulum*), 2) produciert das monarche *O. fibrosum* keine Adventivknospen. Um diese Ausnahmen durch weitere Hypothesen zu begründen, wie es Boodle thut, müssten wir die Lebensweise dieser Gewächse genauer kennen, als es in Wirklichkeit der Fall ist.

Die von Röper 1859 beschriebenen Adventivknospen am Rhizom von *Botrychium* sind seither nicht wieder beobachtet worden.

Über die Entstehungsweise der von Grevillius an *B. virginianum* beobachteten Wurzelsprosse ist noch nichts Genaueres ermittelt.

Bei *Helminthostachys* fehlen Adventivknospen an den Wurzeln ganz, dagegen kommen sie am Rhizom vor, wenn auch vielleicht nur an abgetrennten Stücken.

Sporangien. In der Anordnung der Sporangien an dem fertilen Teile der Lamina weichen die drei Gattungen sehr voneinander ab. Bei *Ophioglossum* sind sie zu einer

linealen Doppelreihe vereinigt, sie treten nur als schwache Wölbungen über die Oberfläche derselben hervor und sind fast ganz dem Gewebe des fertilen Abschnittes eingesenkt (Fig. 260, *A*, *B*). Bei den anderen beiden Gattungen hängen die Sporangien weniger innig mit demselben zusammen, sie erscheinen daher mehr oder weniger kugelig (Fig. 260, *C*—*F*). Bei *Ophioglossum* convergieren die an den Seiten der fertilen Spreite stehenden Sporangien nur wenig nach innen, deutlicher tritt dies bei den entwickelungsgeschichtlich seitlich angelegten, durch stärkeres Wachstum der Unterseite aber nach oben gerückten Sporangien von *Botrychium* hervor, während bei *Helminthostachys* zwar die Seitenpartien der Rhachis, an welchen die kurzen Seitenästchen entspringen, schwach nach innen zusammenneigen, diese letzteren jedoch durch ihre bü-

Fig. 260. *A*, *B* *Ophioglossum palmatum* L. *A* ein einzelner fertiler Blattabschnitt mit noch geschlossenen Sporangienkapseln; *B* Teil eines solchen mit aufgesprungenen Sporangien. — *C*—*E* *Botrychium Lunaria* Sw. *C* fertiler Teil eines Blattes; *D* Zweig desselben mit geöffneten Sporangien von innen. — *E* dasselbe, von der Rückseite. — *F*, *G* *Helminthostachys zeylanica* Hook. *F* steriler und fertiler Abschnitt des Blattes; *G* Zweig des letzteren mit einer Gruppe von Sporangien, an der Spitze die spreitenähnlichen Endigungen des fertilen Blattabschnittes. (*A*, *B*, *C*, *E* Original; *D* nach Luerssen; *F*, *G* nach Hooker-Baker.)

schelige Verzweigung und durch die Anordnung der Sporangien an den Lappenrändern radiären Bau erreichen.

Die Entwickelungsgeschichte der Sporangien ist bei allen drei Gattungen, bei den beiden größeren sogar an verschiedenen Vertretern studiert worden. Die Entstehungsfolge der Sporangien ist wohl fast immer acropetal, bei *O. vulgatum* entwickeln sich jedoch bisweilen auch einzelne jugendliche Sporangien unterhalb älterer, die bereits weit fortgeschritten sind. Nach den übereinstimmenden Resultaten von Göbel und Campbell scheint das Archesporium bei *Ophioglossum* und *Botrychium* auf eine einzige hypodermale Zelle zurückführbar zu sein. Holtzman behauptet sogar, dass das gesamte Sporangium des von ihm untersuchten *B. virginianum* aus einer einzigen Zelle

hervorgehe, aber Campbell weist darauf hin, dass die untere Partie des Sporangiums jedenfalls teilweise vom benachbarten Gewebe ihren Ursprung habe.

Die Entwickelung sei an einem Beispiele (*B. virginianum*) nach Campbell kurz geschildert (Fig. 261). Durch intensivere Zellteilung entsteht zunächst eine kleine Erhöhung (Fig. 261, *A*, 1). Die ziemlich große Terminalzelle dieses Hügels wird in eine periphere und eine centrale Zelle gegliedert; die erstere teilt sich sodann senkrecht zur vorher gebildeten Wand (Fig. 261, *A*, 2), und die centrale Zelle folgt ihr darin (Fig. 261, *B*). Unterdessen erhebt sich die basale Partie des Sporangiums durch intensive Zellteilung und entsprechende Vergrößerung immer mehr, die Wand des Sporangiums wird mehrschichtig, die dem sporogenen Gewebe benachbarten Teile werden zum Tapetum. Während bei *Botrychium* wahrscheinlich das gesamte sporogene Gewebe zur Sporenproduktion

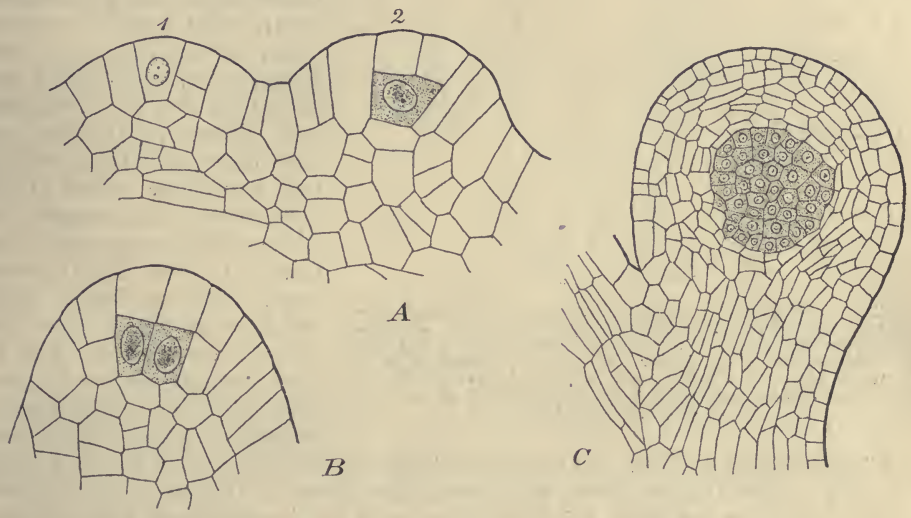


Fig. 261. *Botrychium virginianum* Sw. Entwickelung der Sporangien in medianen Längsschnitten, in den sporogenen Zellen sind die Kerne angedeutet. *A* u. *B* 480/1, *C* 240/1. *A* 1, *A* 2, *B*, *C* sind die Hauptstadien der Entwickelung. (Nach Campbell.)

Verwendung findet, wird bei *Ophioglossum* nicht bloß das Tapetum zur Sporenernährung benutzt, sondern auch ein Teil des sporogenen Gewebes verwandelt sich nicht in Tetraden, die betreffenden Zellen gehen vielmehr zu Grunde, ihre Membranen werden aufgelöst, und ihre Kerne liegen in mannigfach verzerrter Form überall zwischen den Sporentetraden zerstreut. (Rostowzew, Bower, letzterer hat ein ähnliches Verhalten auch von *Helminthostachys* nachgewiesen.) Die Sporangien besitzen keinen Ring, in der wagerechten Mittellinie der Kapseln von *Ophioglossum* (in Fig. 262, *B*, bei *a*...*b* im Querschnitt) sind zwei einander parallele benachbarte Zellreihen abweichend von den übrigen Zellen der Hülle nur in dieser einen Richtung gestreckt. In der Trennungslinie zwischen diesen beiden Reihen erfolgt die Öffnung des reifen Sporangiums in Form eines geraden, horizontal klaffenden Spaltes. Wagerecht ist auch der Spalt der Botrychien, senkrecht dagegen der von *Helminthostachys*.

Bei *Botrychium* und *Helminthostachys* gehen Gefäßbündel bis an die Anheftungsstelle des Sporangiums, bei *Ophioglossum* mit seinen eingesenkten Sporangien enden die Bündel zwischen denselben (Fig. 262, *A*).

Die Hypothese Bower's, welche die Sporangienstände der *O.* auf Septierung zurückführen will, kann hier nur erwähnt werden. Mir erscheint sie nicht annehmbar. Den hohen Wert der ausgedehnten Untersuchungen Bower's erkenne ich trotzdem natürlich vollkommen an.

Die Form der Sporen ist fast stets kugeltetraëdrisch, entsprechend ihrer Entstehungsweise als Tetraden aus einer Mutterzelle. Nur bei einigen afrikanischen Ophioglossen (*O. lusoafricanum*, *Braunii* und *Gomezianum*) fand Prantl völlig kugelige Sporen ohne eine Andeutung von Scheitelleisten. Eigenartig degenerierte, ebenso wie bei *O. lusoafricanum* abnorm große Sporen giebt er für eine Form des *O. Gomezianum* und als vereinzeltes Vorkommnis für *O. vulgatum* an. Vergl. auch die Bemerkungen von Rostowzew (1891). Die auffällige Erscheinung, dass es noch niemandem gelungen ist, auch normal aussehende Sporen von *O. vulgatum* zum Keimen zu bringen, und dass ferner noch keine Prothallien von dieser gerade in den bestdurchforschten Ländern heimischen Pflanze gefunden worden sind, legt den Gedanken nahe, dass ihre Sporen überhaupt keine Keimfähigkeit besitzen, vorausgesetzt, dass sie nicht Bedingungen zur Keimung nötig haben, die sich in unseren Gegenden vielleicht nicht oder nur äußerst selten erfüllen. Die einzeln farblosen Sporen erscheinen in Massen gelblich.

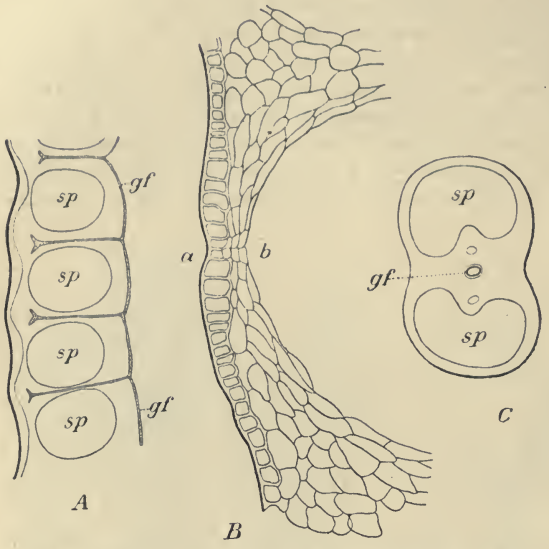


Fig. 262. *Ophioglossum vulgatum* L. *A* Längsschnitt durch eine Seite des Sporangiophors. *sp* Sporangien, *gf* Gefäßbündel. *B* Längsschnitt der Sporangienwand, stärker vergrößert. In der Mitte der zweireihigen Schicht von in der Horizontalen verlängerten Zellen (*a b*), die hier quer getroffen sind, liegt die Aufsprungslinie des Sporangiums. *C* Querschnitt durch ein Sporangiophor, *sp* u. *gf* wie bei *A*. (Nach Rostowzew.)

Die an der Außenwandung der Sporen bemerkbaren Sculpturen haben systematische Verwertung gefunden. Bei *Ophioglossum* sind sie durchweg netzig (im einzelnen jedoch vielfach unterschieden, siehe den speciellen Teil), bei *Botrychium* bald netzig, bald warzig. Gegen die Leisten des Scheiteltetraëders hin nehmen die Sculpturen an Deutlichkeit ab (eine Ausnahme bilden natürlich die oben erwähnten kugeligen Sporen, die ganz mit kleinen Netzmaschen bedeckt sind).

Symbiose. Campbell hat zuerst in den unteren Teilen der Prothallien von *Botrychium virginianum* einen endophytischen Pilz angetroffen (Fig. 258, *E*, die punktierte Zone). Er hält es für nicht unwahrscheinlich, dass hier ein symbiotisches Verhältnis vorliegt.

Etwas ausführlicher hat nach ihm Jeffrey die Symbiose des Prothalliums mit dem Pilz behandelt. Dieser bohrt sich zuerst in die Rhizoiden oder in andere peripher gelegene Zellen ein, wobei die betreffende Zelle eine dicke Scheide um die eindringende Hyphe bildet, also ähnlich, wie es Leitgeb für *Completoria complens* in den Vorkeimen von Eufilicineen nachgewiesen hat. Die inneren Zellen producieren keine Scheiden beim Einbohren von Hyphen. In dem weiter innen gelegenen Gewebe der Vorkeimknolle entwickelt sich der Pilz üppiger bei stets intracellularem Wachstum. In seiner Umgebung wird viel Öl gebildet. Die nicht durch ein Septum abgegliederten Conidien erinnern an die Abteilung *Aphragmium* von *Pythium*. Jeffrey vermochte nicht zu entscheiden, ob der Pilz zu *Pythium* oder zu *Completoria* gehöre oder eine intermediäre Stellung einnehme. Der Umstand, dass der Pilz in lebensfähigen, entwickelteren Vorkeimen häufig abgestorben ist, legte Jeffrey den Gedanken nahe, der Pilz könnte vielleicht später von seinem Wirt zum Aufbau verwendet werden.

Auch in den Wurzeln des Sporophyten von *Ophioglossum* und *Botrychium* sind Hyphen nachgewiesen worden (Holle, Atkinson, Grevillius). Holle's Angabe, dass normal triarche Wurzeln von *B. ramosum* durch die Anwesenheit des Pilzes geschwächt werden und nur diarche Bündel bilden, bedarf zum mindesten der Bestätigung, für *B. virginianum* trifft sie nicht zu. Der in den Wurzeln des Sporophyten von *B. virginianum* vorkommende, symbiotische Pilz ist sicher von dem im Vorkeime vegetierenden verschieden (Jeffrey). In der Zahl der inficierten Zelllagen scheinen bei den verschiedenen *Botrychium*-Arten Differenzen zu bestehen (Grevillius).

Über einige Beobachtungen betreffend die Entwickelungsgeschichte des Wurzelpilzes von *O. vulgatum* und *B. Lunaria* vergl. Kühn, Flora 1889.

Während sich *O. vulgatum* und *O. pedunculosum* leicht in den botanischen Gärten kultivieren lassen, ist dies bei *B. Lunaria* nicht der Fall: Stahl (1900) hält diesen Farn für eine obligate Mykorrhizenpflanze.

Bei *Helminthostachys* hat Kühn keinen Pilz in den Wurzeln finden können.

Geographische Verbreitung. Den beschränktesten Wohnbezirk beansprucht die Gattung *Helminthostachys*, die in ganz Indien und Malesien bis Nordaustralien und Neukaledonien heimisch ist; *Ophioglossum* wohnt in den gemäßigten und heißen Zonen beider Hemisphären, *Botrychium* ist fast auf der ganzen Erde verbreitet (in der vorliegenden Arbeit wird auch aus Afrika eine neue Art bekannt gegeben).

Nutzen. Die Verwendung von *Ophioglossum vulgatum* und *Botrychium Lunaria* zu Heilmittelzwecken gehört ebenso wie der sich an diese Pflanzen knüpfende alchymistische Wunderglaube der Vergangenheit an. Dagegen bildet *Helminthostachys* ein Nahrungsmittel der Malayen (Sajon-Manis = süßes Kraut). Die jungen, saftigen Blätter dienen als Gemüse, die zarten Stiele werden wie Spargel benutzt. Die Eingeborenen verwenden die Pflanze auch gegen Unterleibskrankheiten.

Verwandtschaftliche Beziehungen. So gerechtfertigt es erscheinen mag, die drei Gattungen in eine Familie zu vereinigen, so wenig sichergestellt haben sich alle Spekulationen erwiesen, welche engere Beziehungen der *O.* mit anderen Pteridophytengruppen nachzuweisen strebten. Vergl. meine Bemerkungen p. 436 dieses Bandes.

Einteilung der Familie.

A. Sporangien mit Querriss aufspringend.
  a. Sporangien in je einer Reihe auf den beiden Seitenrändern des schmal linealen, ungeteilten fertilen Blattabschnitts, in dessen Lamina eingesenkt. Steriler Blattteil mit Netzaderung versehen, meistens völlig ungeteilt, selten ein- oder mehrmals dichotom oder palmat-gelappt . . . . . **1. Ophioglossum.**
  b. Sporangien an den Rändern des meist fiederteiligen fertilen Blattabschnittes zweireihig entstehend, kugelig, nicht eingesenkt, später sämtlich nach innen gewandt, d. h. dem sterilen Blattsegment zugekehrt, dieses fast stets ein- bis mehrfach fiederspaltig. Adern nicht anastomosierend . . . . . **2. Botrychium.**

B. Sporangien mit Längsriss aufspringend.
  Sporangien in kleinen Büscheln an kurzen, einfachen oder verzweigten Ästchen, die an den Seitenrändern des fertilen Abschnittes allseitig ausspreizend entstehen. Steriler Teil des Blattes handförmig-fiederteilig mit bogig zum Rande verlaufenden, dichotom verästelten, nicht anastomosierenden, einander parallelen Äderchen. . . . . **3. Helminthostachys.**

1. Ophioglossum L. Sporangien an den Seiten der fertilen, schmal linealen, ährenförmigen Spreitenabschnitte in zwei Reihen, eingesenkt. Sie entlassen durch einen quer zur Achse des Sporangiophors (»Ähre«) orientierten Spalt die netzigen Sporen. Die Stellung der fertilen Teile des Blattes zum sterilen ist nach den Sectionen verschieden: meist ist es eine einzelne länger oder kürzer gestielte Ähre, die am Grunde der laminaren Verbreiterung des sterilen Blattteiles entspringt (*Euophioglossum*), oder erst auf der Lamina des letzteren sich abgliedert (*Ophioderma*). Bei der Sectio *Cheiroglossa* treten dagegen seitlich am oberen Teile des Petiolus und an der Basis der Lamina kurzgestielte Sporangiophore in größerer Zahl auf. — Habitus je nach der Lebensweise der Sectionen

sehr verschieden: die formenreiche Gruppe der Erdophioglossen (*Euophioglossum*) enthält nur kleine (selten über 25 cm hohe, meist sogar zwergige), krautige Gewächse, deren steriler, stets ungeteilter Laminarabschnitt alle möglichen Gestalten von der schmal linealen bis zur breiten Herzform zeigt. Gegenüber diesen einfachen Bildungen fallen die beiden epiphytischen Gattungsangehörigen dadurch auf, dass ihre sterilen Laminarteile gegliedert sind: bei der einen Art sind die mehr als meterlangen, mehr oder weniger breit riemenförmigen, herabhängenden Blätter in größeren Abständen dichotom geteilt, die andere hat ein breites, handförmig gelapptes Folium. — Rhizom bei den erdbewohnenden Formen kurz, aufrecht, manchmal knollig angeschwollen. Wurzeln meist unverzweigt, horizontal kriechend, bei vielen Arten Adventivknospen bildend.

Über die mancherlei Bildungsabweichungen der Ophioglossen vergl. Milde, Nova Acta XXVI., Luerssen, Farnpflanzen p. 544. Bower, Spore-producing members II., p. 28ff. und sonst.

Betreffs der Gliederung der Section Euophioglossum in Arten herrschen bei den Autoren Meinungsverschiedenheiten. Prantl (Ber. d. D. B. Ges. I.) hat eine Spaltung dieser Gruppe in 27 Species vorgenommen, Luerssen (Farnpflanzen p. 541) billigt dies Verfahren auf Grund seiner ausgedehnten Studien besonders über die Variabilität der australischen Formen nicht. Mir scheint eine Gliederung im Prantl'schen Sinne zunächst zweckmäßiger zu sein, wenn dieselbe vielleicht auch noch sehr der Verbesserung bedarf. Etwa 30 Arten.

A. Section I. *Euophioglossum* Prantl. Terrestrische Formen, deren sterile Lamina einfach ist. Der Stiel des fast stets ungeteilten Sporangiophors zweigt entweder unterhalb der sterilen Lamina oder an ihrer Basis ab. Der gemeinsame Blattstiel (wenn vorhanden) enthält 3 Bündel. Spaltöffnungen meist beiderseits, selten oben fehlend. — **Aa.** Subsection 1. *Paraneura* Prantl. Die seitlichen Adern stehen meist hinter der mittleren der sterilen Spreite nicht sehr an Dicke zurück (Ausnahme: O. gramineum), sie sind wiederholt gegabelt und neigen gegen die Spitze zusammen. Die Mittelader giebt innerhalb der Lamina nur wenige oder gar keine Seitenäste ab. — **Aaα.** Gemeinsamer Blattstiel fehlt. *O. Bergianum* Schlechtendal. Zwergiges Pflänzchen des Caplandes von Myosurus-Habitus mit winziger fertiler Spreite. Sterile Lamina schmal lineal, der ihrer Basis entspringende Stiel des Sporangiophors ist samt diesem kürzer als sie. (Die var. *Harveyanum* Schlechter unterscheidet sich von der Hauptform dadurch, dass die Stiele der fertilen Spreite länger sind als die sterilen Laminae). Sterile und oft auch fertile Spreiten zu mehreren an einer Pflanze. Der sporangienlose terminale Teil der fertilen Spreite ist bei dieser Art im Gegensatz zu den meisten übrigen Ophioglossen so lang wie oder länger als die jederseits 4—8 Glieder zählende Sporangien-Doppelreihe. — **Aaβ.** Gemeinsamer Blattstiel deutlich entwickelt. — **AaβI.** Gemeinsamer Blattstiel stets deutlich über die Erde hervortretend, daher weit herunter grün. Sterile Spreite lineal oder lineallanzettlich. Der Stiel der fertilen Spreite entspringt an der Basis der sterilen (*Graminea* Prantl). *O. gramineum* Willd. Blätter gewöhnlich zu zweien, seltener einzeln, die sterile Spreite lineal bis lineal lanzettlich, 1—1,4 cm lang, 0,1—0,2 breit. Sporangien in 4—9 Paaren. Der spitze, sterile Fortsatz der bis 9 mm langen Ähre ist etwa 1 mm lang. Sporen etwa 40 μ groß, mit deutlicher Spitze. Die zwergige (bis $4^1/_2$ cm hohe) Pflanze ist bisher aus Ostindien und Angola bekannt. *O. lusoafricanum* Welw. in litt. bildet immer nur ein Blatt zur Zeit mit schmal lanzettlicher steriler Spreite (bis 5 cm lang, bis 0,5 cm br.). Sporangien jederseits 6—14. Ähre ohne den 2 mm langen spitzen Fortsatz bis $1^1/_2$ cm lang. Die ebenfalls Angola bewohnende Pflanze ist in allen Teilen robuster als die vorige; sie ragt bis 12 cm über den Erdboden hervor. Sporen 80 μ groß, ohne deutliche Spitze. — **AaβII.** Gemeinsamer Blattstiel nicht oder nur wenig über die Erde hervortretend. — **AaβII 1.** Feinste Aderverzweigungen in der sterilen Spreite nicht besonders reichlich oder sogar spärlich. Blattstiel stets hypogäisch. Der Stiel der fertilen Spreite gliedert sich meist bereits unterhalb der sterilen Lamina ab. (*Lusitanica* Prantl). *O. lusitanicum* L. mit fleischiger Spreite. Blätter 1—3 zur selben Zeit. Sporen 30—40 μ breit, mit deutlicher Spitze, 12—15 Areolen auf den Durchmesser und schwach erhabenen Leisten. In der Breite und Länge der Spreiten sehr variabel. Süd- und Westeuropa bis Guernsey hinauf, Nordafrika, Canaren. *O. Braunii* Prantl mit häutiger Spreite, Sporen 50—60 μ breit, ohne deutliche Spitze, mit sehr feinen Areolen (bis zu 30 auf den Durchmesser), Leisten nicht erhaben. Die feinen Äderchen etwas zahlreicher als bei *O. lusitanicum*, sogar teilweise frei endigend. Capverdische Inseln. Das mit zahlreicheren freien Endigungen der Äderchen versehene *O. coriaceum* A. Cunn. (Australien, Tasmanien, Bolivien) ist doch wohl

mit dem so variabeln *O. lusitanicum* zu vereinigen, während *O. californicum* Prantl (Südcalifornien und Mexiko) eine selbständige Stellung einzunehmen scheint. In seiner Aderung kann es als Verbindungsglied mit der folgenden Gruppe gelten. *O. arenarium* E. G. Britton zeichnet sich durch die verhältnismäßig große Zahl der in die sterile Lamina eintretenden Adern (5—7) vor den übrigen *Lusitanica* aus. Häufig 2 fertile Blätter. Die reifen Sporen (40—50 μ) sollen kleine, unregelmäßige, warzige Verdickungen besitzen. Vielleicht eher den *Vulgata* anzureihen. Auf Sandboden bei New Yersey. — **AaβII2.** Das Adernetz der sterilen Spreite ist viel feiner zerteilt als bei den Lusitanica mit zahlreichen freien Endigungen sowohl am Rande als auch innerhalb der Maschen, der Stiel der fertilen Spreite entspringt an der Basis der sterilen: *Vulgata* Prantl. *O. Gomezianum* Welw. in litt., eine kleine Pflanze (höchstens 4 cm über die Erde hervorragend). Adernetz nicht sehr stark entwickelt. Mittelader ziemlich gerade. Lamina elliptisch ohne aufgesetzte Spitze. Sporen 40 μ groß, mit etwa 12 Areolen auf den Durchmesser und mit etwas erhabenen Tetraëderleisten. Angola. Interessant ist die var. *latifolium* Prantl wegen ihrer degenerierten Sporen (vergl. Prantl, Jahrb. d. bot. Gartens Berlin p. 306) Angola und Centralafrika. — *O. capense* Schlechtendal größer als die vorhergehende mit sehr ausgebildetem Adernetz, Mittelader etwas geschlängelt. Die lineal-oblonge bis breit eiförmige Spreite besitzt stets eine aufgesetzte Spitze. Der Stiel der fertilen Lamina ist gewöhnlich kürzer als die sterile Spreite. Sporen 35—60 μ mit 20 eckigen oder runden Areolen, ohne erhabene Leisten. Wurzeln ziemlich zahlreich, in auffälliger Weise gelblich-rot. Die Reste der vorjährigen Blattstiele sind lang. In der Consistenz (ob fleischig oder häutig) und in der Größe der Sporen bestehen merkliche Differenzen. Heimat: Cap, Nubien, Abyssinien, Capverdische Inseln. — *O. Engelmannii* Prantl ist von dem folgenden schwer zu unterscheiden. Außer den nicht erhabenen Sporenleisten dienen besonders die stärker anastomosierenden Äderchen innerhalb des lockeren Gitterwerkes der Hauptadern zur Erkennung. Sporen 45—50 μ, Areolen 15—20 auf den Durchmesser. Texas und St. Louis. — *O. vulgatum* L. (Fig. 259 A, C) eine variable Art mit weniger intensiver Netzaderung. Sporen 30—50 μ mit 6—12 Areolen auf den Durchmesser und mit erhabenen Leisten. Durch ganz Europa verbreitet, außerdem im westlichen Asien, Nordamerika, auf den Azoren und Madeira. Sporangien sind bis 52 Paar in einem fertilen Abschnitt gezählt worden, gewöhnlich bedeutend weniger. Meist nur ein Blatt entwickelt, in manchen Gegenden dagegen vorherrschend 2. Wahrscheinlich gehört in diese Gruppe auch das neuerdings von Poirault beschriebene *O. decipiens* (Ann. sc. nat. VII Sér. T. XVIII 1893 p. 146), wenigstens nach der Aderung, die an ihr gefundene Vitta in der Spreitenmediane erinnert jedoch an *O. fibrosum* und *ellipticum*. Mexiko.

Ab. Subsection 2. *Ptiloneura* Prantl. Die aus dem Blattstiel in die sterile Lamina übertretenden seitlichen Stränge verzweigen sich weniger, der Medianstrang dagegen versorgt mit seinen seitlichen Auszweigungen den größten Teil des Blattes. — **Abα.** Gemeinsamer Blattstiel epigäisch. — **AbαI.** Stiel des fertilen Blattabschnittes an der Basis der sterilen Lamina entspringend, diese letztere starr, lineal oder lanzettlich. *Lanceolata* Prantl. *O. Dietrichiae* Prantl mit linealen und *O. lanceolatum* Prantl mit lanzettlichen Blättern, beide in Neuholland, von Luerssen als Varietäten des *O. vulgatum* beschrieben. — **Abβ.** Gemeinsamer Blattstiel hypogäisch, der schlanke Stiel des fertilen Abschnitts entspringt an der Spreitenbasis oder unterhalb derselben: *Macrorrhiza* Prantl. — **AbβI.** Lamina ohne deutlichen blassen Medianstreifen (vitta), Rhizom bisweilen ziemlich dick, aber nicht kugelig. Am Laminagrunde 3—5 Venen. — **AbβI1.** Spreite fast kreisförmig. *O. Luersseni* Prantl mit cylindrischem Rhizom und nur einem Blatt zur Zeit. Sporen 35—40 μ groß, die runden Areolen etwa 20 auf den Durchmesser, Leisten nicht erhaben. *O rubellum* Welw. in litt. Die Pflanze ist im frischen Zustande rötlich angelaufen, Rhizom kurz, dick. Stets mit 2 Blättern, die bisweilen beide fertil sind. Sporen 50 μ groß, 12—15 eckige Areolen auf den Durchmesser, Leisten erhaben. In Angola mit *O. gramineum* und *O. Gomezianum* gesellig vorkommend. — **AbβI2.** Spreite lanzettlich oder elliptisch. Die von Prantl hierher gestellten drei Arten *O. macrorrhizum* Kze. (Brasilien), *O. pusillum* Nutt. (= *O. tenerum* Mett. mscr.) (Georgia) und *O. ypanemense* Mart. (Brasilien) bedürfen noch genauerer Untersuchung. — **AbβII.** Lamina ohne vitta, Rhizom kugelig. *O. crotalophoroides* Walt., von ziemlich variabeler Größe, ist mit seiner runden Rhizomknolle, seinen herzförmigen, unten scheidig verschmälerten, stielumfassenden Spreiten und dem auf schlankem Stiel emporragenden kurzen Sporangiophor, das dem Schwanzanhang von Crotalus nicht unähnlich ist, eine wohlerkennbare Pflanze. Am Grunde der Lamina 5 Venen. Der Terminalfortsatz der fertilen Spreite ist hier meist ziemlich breit und lang. Von Chile durch ganz Südamerika bis nach Carolina. Vielleicht ist das *O. opacum* Carmichaël von den Tristan d'Acunha und St. Helena, dessen

Fruchtstiel kürzer als die sterile Spreite ist, nur auf unentwickelte Pflanzen begründet und hierher zu ziehen. — **Abβ III.** Lamina mit einer medianen bleichen Vitta. Am Grunde der Lamina 7—9 Venen. *O. ellipticum* Hook. et Grev. mit cylindrischem Rhizom und nicht sehr zahlreichen, meist dunkelbraunen Wurzeln. Brasilien und Guayana. *O. fibrosum* Schum. mit sehr vielen, meist hellbraunen Wurzeln und dickem Rhizom. Bis 50 Sporangienpaare an einer Ähre. Ostindien, Madagaskar, Centralafrika bis Angola. Beide Arten haben sehr verschiedene Blattformen, bald kurz und breit elliptisch, bald lang zungenförmig. Da sich bei beiden die Primärverzweigungen des Mittelnerven im Bereich der Vitta zu sehr schmalen Maschen zusammendrängen, so wird der Schein eines dicken Centralnerven hervorgerufen. — **Aby.** Rhizom cylindrisch. Gemeinsamer Blattstiel hypogäisch oder nur wenig über die Erdoberfläche hervortretend. Stiel des fertilen Abschnitts an der Basis der lanzettlichen

Fig. 263. *A Ophioglossum pendulum* L. — *B O. palmatum* L. — *C* Haare am Rhizom des letzteren. (*A*, *B* Original; *C* nach Flora brasiliensis.)

Lamina entspringend. *O. lancifolium* Presl, eine schlanke Form von Madagaskar und Bourbon mit kurzem, spitzem Terminalfortsatz der fertilen Spreite, die etwa 9—23 Sporangien jederseits trägt. Sporen 30 μ groß, Leisten schwach erhaben. *O. japonicum* Prantl, ein noch schlankeres Pflänzchen mit meist etwas längerem (—4,5 cm) sterilem Spreitenteile und lang über ihn hinwegragendem (3—4 mal) Stiel der fertilen Spreite, die bis 50 Sporangien in jeder Reihe besitzen kann und mit ziemlich langem, sterilem Fortsatz versehen ist, Sporen 40 μ groß, ohne hervortretende Leisten. Japan. Es scheint mir nicht angemessen, diese beiden Formen mit den folgenden zu einer Gruppe (*Reticulata*) zu vereinigen, wie es Prantl gethan hat. — **Abδ.** Rhizom cylindrisch. Gemeinsamer Blattstiel epigäisch. Stiel des Sporangiophors fast stets unterhalb der sterilen elliptischen oder eiförmigen, an der Basis oft herzförmigen Lamina entspringend. *O. ovatum* Bory. Die größte Breite der Lamina liegt ungefähr in der Mitte derselben, sie ist gegen die Basis zu keilförmig. Stomata groß: 90—120 μ. Der Stiel der fertilen Spreite überragt die sterile Lamina nur wenig. Mascarenen.

O. pedunculosum Desv. Spreite eiförmig, an der breiten Basis plötzlich verschmälert, Rand der Lamina durch vorgewölbte Zellen uneben. Stomata 70—90 μ. Von Ostindien und Ceylon bis nach Japan, den Philippinen, Australien und Neuseeland. *O. reticulatum* L. Wie bei der vorigen überragt der Stiel der fertilen Spreite die sterile meist um das Dreifache. Sterile Spreite herzförmig mit glattem Rande. Von den Mascarenen durch Centralafrika bis zu den Capverden, ferner im tropischen Südamerika, Centralamerika, Westindien, Samoa, Carolinen. *O. alaskanum* E. G. Britton von Unalaschka unterscheidet sich durch dünne, breite Spreiten mit ei- oder keilförmiger Basis erheblich von der vorigen. Ob sie hier ihren richtigen Platz einnimmt, bleibt unsicher. Stiel teilweise hypogäisch.

B. Epiphytisch. Sterile Blattsegmente sehr lang, zungenförmig und meist ein- oder mehrmals dichotom verzweigt oder breit handförmig mit dichotomen Lappen. Bündel im Blattstiel zahlreich. Durch ihren Habitus weichen von den übrigen, im Ganzen ziemlich gleichförmigen Ophioglossen in auffälliger Weise zwei tropische Epiphyten ab, die unter einander eine gewisse Ähnlichkeit zeigen, wegen verschiedener, wesentlicher Differenzen jedoch in zwei besonderen Sectionen untergebracht worden sind.

Ba. Ein Sporangiophor aus der Mediane der sterilen Lamina entspringend. Section II. *Ophioderma* Presl (als Genus). *O. pendulum* L. (Fig. 263 *A*) von Mauritius durch Indien, Malaysia, Australien, Polynesien bis zu den hawaiischen Inseln. Erinnert durch seine oft 1 bis $1\frac{1}{2}$ m langen, herabhängenden, breit bandförmigen, in den meisten Fällen ein- oder mehrmal dichotomen sterilen Blattteile unwillkürlich an die meist fertilen, hängenden Blätter der ebenfalls epiphytischen Platycerien. Der kurze Stiel geht allmählich in die beiderseits mit Spaltöffnungen versehene Lamina über, die in der Breite sehr variabel ist, (meist 2—4 cm, jedoch bei manchen Individuen herab bis 0,6 cm). Venen bis zu dem nahe der Lamina-Basis erfolgenden Ursprung des meist kurzen Sporangiophor-Stieles in der Mittellinie etwas dichter als am Rande, dann bald ein Netz bildend, das jedoch bei den schmalen Formen aus besonders nahe der Mediane dicht zusammengedrängten, wenig anastomosierenden Strängen besteht; bei den breiteren dagegen ist dieselbe oder sogar eine geringere Zahl von häufiger anastomosirenden Adern auf die größere Fläche mehr verteilt. Das Sporangiophor (4— über 30 cm lang) erreicht natürlich wegen seiner ziemlich basalen Stellung meist die Spitze des sterilen Teiles nicht, an jugendlichen oder nicht sehr üppig gewachsenen Exemplaren mit entsprechend kürzerer, steriler Lamina geschieht dies indessen doch manchmal. Das von Hooker aufgestellte *O. intermedium* von Borneo mit kurzer, jedoch die einfache, kurz zungenförmige sterile Spreite merklich überragender, fertiler Lamina ist wohl nur eine Form des *O. pendulum*, von der zu untersuchen ist, ob sie etwa durch ausnahmsweise terrestrischen Standort unseres Epiphyten hervorgerufen wird. Möglicherweise ist sie aber auch eine Jugendform ähnlich der bei *O. palmatum* zu erwähnenden. Bei *O. pendulum* ist der Stiel der fertilen Spreite selten, an manchen Exemplaren aber an verschiedenen Blättern dichotom und trägt dann zwei Sporangiophore. Auch mehrmalige Lappenbildung ähnlich derjenigen der sterilen Spreite kommt an dem fertilen Abschnitt vor.

Bb. Am oberen Teile des langen Blattstieles entspringt median oder den beiden Seiten genähert eine Anzahl kleiner, meist 4—5 cm langer Sporangiophore mit kurzem Petiolus, einzelne werden noch am unteren Teile der sterilen Spreite selbst gebildet und zwar dann meist nahe dem Rande oder sogar von ihm ausgehend: Section III. *Cheiroglossa* Presl (als Genus). Das besonders auf Palmen epiphytische Rhizom ist mit langen, hellbraunen, seidenglänzenden Haaren umhüllt, die auf den Scheiden sitzen und aus wenig verzweigten, einreihigen Zellfäden bestehen (Fig. 263 *C*.) *O. palmatum* L. (Fig. 263 *B*). Lamina bis 40 cm lang und bisweilen fast ebenso breit, sich in den 30—40 cm langen Petiolus allmählich auskeilend, in ihrer Breite sowie der ihrer Lappen und in der Tiefe ihrer 2—3 fachen Dichotomien großen Schwankungen unterworfen (bald tief fingerförmig wie der breite Thallus von Laminaria Cloustoni oder der schmale der Laminaria flexicaulis (so Jugendformen, siehe p. 456), bald fast einheitlich mit wenig tiefen Randlappen wie Podophyllum Emodi). Textur wie *O. pendulum* etwas fleischig, Stomata jedoch nur auf der Unterseite der offenbar horizontal ausgebreiteten Lamina. Keine Mittelrippe oder seltener am Grunde einige im Centrum zusammengedrängte Adern, das Venennetz mit feineren Anastomosen. Sporangiophore (Fig. 260 *A, B*) auf jeder Seite 2—7. Von zwei getrennten Gebieten bekannt: Florida, Westindien und tropisches Südamerika, sowie von Bourbon und den Seychellen.

2. **Botrychium** Sw. (*Osmunda* L., *Botrypus* Rich., *Ophioglossum* Lam.). Sporangien in zwei abwechselnden Reihen an den Seitenrändern der äußersten Verzweigungen der fast stets 1—4 mal rispenartig verästelten fertilen Spreitenabschnitte inseriert, nicht

eingesenkt, kugelig, im ausgewachsenen Zustande stets nach innen, d. h. dem sterilen Laminartheile zugewandt. Sporenmassen gelblich, einzelne Sporen farblos, meist mit Warzen, seltener netzig mit Areolen versehen. Der Ort, an dem der fertile Teil des Blattes sich vom sterilen trennt, ist nach den Arten verschieden: bei manchen erfolgt diese Trennung tief unten, und beide Teile haben noch einen langen, eigenen Stiel unter der laminaren Verästelung, bei andern sind diese selbständigen Stiele der beiden Teile sehr kurz, dafür der gemeinsame desto länger, bei einer Art entspringt der lange Stiel des Sporangiophors an der Basis der sterilen Lamina, bei einer anderen etwas oberhalb derselben, bei einer dritten ist er sogar noch höher oben auf der Mittelrippe der Lamina inseriert. — Steriler Teil des Blattes meist ähnlich gegliedert wie der fertile, in der einen Gruppe von der eiförmigen, ungeteilten Lamina mancher Zwergformen des *B. simplex* an zu lang gestreckten, einfach gefiederten Gestalten (*B. Lunaria*), die Blätter der anderen Section dagegen mit breit dreieckigem Umriss, meist mehrfach gefiedert bis zur Ähnlichkeit mit Schierlingsblattformen. In jedem Jahre tritt meist nur ein Blatt hervor, es umschließt gewöhnlich mit seiner Scheide die folgenden Blätter vollständig. Die jugendlichen, noch unentwickelten Blätter sind entweder aufrecht oder in verschiedener Weise abwärts gebogen, nur selten ist der fertile Teil schwach eingerollt. Betreffs der Aderung verteilen sich die Botrychien entsprechend der verschiedenartigen Gliederung der Lamina auf folgende Typen: *Nervatio Cyclopteridis*, *Sphenopteridis* und *Eupteridis*. — Kleine Pflanzen mit unterirdischem, fast immer kurzem, aufrechtem Rhizom, das sich nur selten verzweigt. Wurzeln zahlreich, oft verzweigt. — Fast auf der ganzen Erde verbreitet, von der heißen bis hoch hinauf in die kalte Zone.

Die ungemein große Variabilität verschiedener Botrychien und ihre Neigung zu Bildungsabweichungen haben in Milde's monographischen Bearbeitungen dieser Gattung, in Luerssen's Farnpflanzen, Glück's Sporophyllmetamorphose und Penzig's Pflanzenteratologie ausreichende Berücksichtigung gefunden.

Der folgenden Gruppierung der Botrychien ist Prantl's Übersicht (Ber. D. Bot. Ges. I.) zu Grunde gelegt. 16 Arten.

Sect. 1. *Eubotrychium* Prantl, non Milde. Die stets kahlen Blätter sind oblong oder deltoid, höchstens doppelt-fiederteilig. Spaltöffnungen auf beiden Seiten der Lamina. — **A.** Blätter in mehreren Zeilen entspringend. Der Stiel des fertilen Blattteiles entspringt in der Nähe der Basis der sterilen Spreite. Wurzelbündel fast stets diarch. — **Aa.** Die Spreitensegmente mit Venatio Cyclopteridis. *B. Lunaria* Sw. (Fig. 259 *B, D*, 260 *C—E*). Der fertile Blattabschnitt ist fast immer langgestielt und überragt den sterilen gewöhnlich. Exosporwarzen häufig unregelmäßig lappig und teilweise zusammenhängend. In der Gliederung der Primärsegmente des meist in die Länge gestreckten sterilen Teiles herrscht große Variabilität. Durch ganz Europa und im größten Teil von Asien bis Kamtschatka, Nordamerika, Grönland, Patagonien, Südaustralien, Tasmanien. — **Ab.** Fiedern fast immer mit deutlichem Mittelnerven. — **Abα.** Segmente spitz, Sporen mit runden Warzen. — **AbαI.** Blätter in der Knospe aufrecht, Primärsegmente ziemlich kurz und breit, rhombisch. *B. boreale* Milde von Nordeuropa und Unalaschka (Alëuten) bekannt. — **AbαII.** Die beiden Spreitenteile in der Knospe senkrecht herabgebogen. Primärsegmente länger und schmäler als bei dem vorigen. *B. lanceolatum* Ångström im nördl. Amerika, Grönland, Island, Skandinavien, zerstreut in den Alpen, Nordrussland, Sibirien bis Sachalin, Alëuten. — **Abβ.** Segmente stumpf. Sporen mit eckigen Warzen. In der Knospe sind nur die Spreitenspitzen nach unten gekrümmt. *B. ramosum* (Roth) Aschers. Von ähnlicher Verbreitung wie das vorige. — **B.** Blätter zweizeilig, der lange Stiel des fertilen Blattteiles trennt sich meist ziemlich weit unterhalb der sterilen Lamina ab und überragt dieselbe gewöhnlich. Wurzelbündel triarch. *B. simplex* Hitchc., sehr formenreich. Die Exosporwarzen ähnlich wie bei *B. Lunaria*, aber kleiner. Nördliches Europa bis nach Frankreich hinein, Alpengebiet, Nordamerika.

Sect. 2. *Phyllotrichium* Prantl. Die Blätter sind wenigstens in der Jugend, bei manchen Arten auch noch im Alter behaart. Die sterile Lamina ist im Umriss dreieckig (oft breiter als lang), zwei- bis fünffach fiederteilig. — **A.** *Ternata* Prantl. Blätter zweizeilig geordnet, in der Knospenlage aufrecht, schwach umgerollt. Die Trennung des Stieles der fertilen Spreite von demjenigen der sterilen erfolgt meist bereits unterhalb der Mitte der Entfernung, welche die Basis der sterilen Spreite von der Basis des gemeinsamen Stieles aufweist. Die Wurzel ist di- bis tetrarch. — **Aa.** Die krautige Lamina ohne weißliche Berandung. — **Aaα.** Die

Fiederabschnitte vorletzter Ordnung schon nahe ihrer Spitze fiederteilig, daher die Abschnitte ziemlich kurz erscheinend. *B. ternatum* Sw. Lamina etwa 12—22 cm breit und 8—15 cm lang. Himalaya, Japan, Argentinien. — **Aaβ.** Fiederabschnitte vorletzter Ordnung nicht so nahe ihrer Spitze tief fiederteilig, daher die Abschnitte länger gestreckt. — **AaβI.** Abschnitte spitz. Exospor granuliert. *B. daucifolium* Wall. Lamina meist 28—30 cm breit und 15 cm lang. Variirt in der Zähnelung des Randes und in dem sehr verschieden weit hinaufgehenden Zusammenhang der Stiele der beiden Blattteile. Ostindien, Japan. — **AaβII.** Abschnitte stumpflich mit kurzen Zähnen. Sporen netzig mit runden Vertiefungen. *B. subbifoliatum* Brackenr. von den hawaiischen Inseln mit meist 2 oder 3 gleichzeitigen noch größeren dünnhäutigen Blättern. Die Trennungsstelle zwischen den Einzelstielen des fertilen und des sterilen Blattteiles ist hier besonders tief gerückt. — **Ab.** Die fleischige Lamina wegen der dicklichen Beschaffenheit der Epidermis weißlich berandet. Hierher gehören verschiedene schwer zu unterscheidende, teilweise recht variable Formen, die noch weiterer Untersuchung bedürfen. — **Abα.** Adern gerade vorgestreckt. Die Lappen sind an der Basis nicht oder nur am Vorderrande wenig verbreitert. — **AbαI.** Die Abschnitte des vorletzten Grades sind von ihrer Spitze bis etwa zum 6. Äderchen fiederspaltig, weiter hinab fiederteilig bis gefiedert. — *B. australe* R. Br. Abschnitte letzten Grades am vorderen Rande nicht verbreitert, daher sich nicht deckend. Variiert sehr in der Consistenz der Spreite und in der geringeren oder stärkeren Zerteilung derselben. Australien, Tasmanien, Neuseeland, Argentinien. — *B. silaifolium* Presl, von der vorigen durch geringe Verbreiterung der Abschnitte letzten Grades am Vorderrande verschieden, dieselben decken sich daher meist etwas. Die Abschnitte sind meist länger als bei der vorigen. Sicher bekannt aus Californien und nördlich aus dem Cascadengebirge, vielleicht auch auf der anderen Seite des Pacific: Kamtschatka und auf der Brücke zwischen beiden Continenten: Unalaschka. — **AbαII.** Die Abschnitte des vorletzten Grades sind von der Spitze bis etwa zum 10. Äderchen herab bloß fiederspaltig, also länger einheitlich als bei den vorigen. Die Maschen der Sporen fließen vielfach zusammen, während sie bei den beiden vorigen getrennt sind. *B. obliquum* Willd. Variiert ebenfalls sehr in der Intensität der Zerteilung der Abschnitte. Westliche Vereinigte Staaten, Mexiko, Centralamerika, Columbien. — **Abβ.** Adern mehr auseinander weichend, dementsprechend die Fiederchen an der Basis beiderseits verbreitert. *B. lunarioides* Sw. mit Lappen, die auf beiden Seiten beinahe gleichmäßig verbreitert sind, fast herzförmig abgerundet oder oblong mit deutlichen Kerbzähnen am Rande. Die kleinste Art der Ternata mit sehr kurzem, gemeinsamem Stiel und besonders breiten Spreiten, sowohl sterilen als auch fertilen, überhaupt von gedrungenem, compactem Habitus. Westliche Vereinigte Staaten, — *B. Matricariae* Spr. schlanker als das vorige. Fiedern nach vorn stärker verbreitert mit fast herzförmiger Basis, eiförmig abgerundet, ganzrandig oder nur undeutlich gekerbt. Stiel des fertilen Blattteiles meist lang und schlank, die breite sterile Spreite fast immer um mehr als das Doppelte überragend. Skandinavien, Finnland, Deutschland, Russland, Ungarn, Rumänien, Sibirien. — **B.** *Cicutaria* Prantl. Blätter mehrzeilig geordnet, in der Knospenlage beide Abschnitte herabgebogen, nicht gerollt. Der Stiel des fertilen Blattteiles zweigt sich von der Basis der sterilen Lamina oder weiter oben von ihrer Mittelrippe ab. Im Blattstiel sind mehrere Bündel vorhanden, die Wurzel ist tri- bis pentarch. — **Ba.** Stiel der fertilen Spreite aus der Mittelrippe der sterilen entspringend. — *B. lanuginosum* Wall. Bei dieser Art wird nicht selten eine zweite, kleinere fertile Spreite weiter oben gebildet, die sich ebenfalls aus der Costa entwickelt. Überhaupt neigt diese Species vielleicht mehr als alle anderen (*B. Lunaria* eingeschlossen) zu Bildungsabweichungen, was wohl mit der eigentümlichen Stellung der fertilen Spreite in einem gewissen Zusammenhang steht. Nicht selten kommen einzelne Sporangien zerstreut an den Rändern einiger Lacinien der sterilen Spreite vor. Meist ist die sterile Lamina weit stärker ausgebildet als die fertile, bisweilen aber ist das Verhältnis ein umgekehrtes. Diese gewöhnlich langhaarige (bisweilen aber auch fast kahle) Pflanze hat wohl die größten sterilen Spreiten innerhalb der Gattung (bis 40 cm lang, die Länge der untersten Hauptfieder bis 25 cm), doch variiert Größe und Zerteilung sehr, ebenso wie die Länge und die Ursprungsstelle des Stieles des fertilen Abschnitts. Die Blätter erinnern häufig sehr an diejenigen von *Anthriscus silvestris*. Die erste Secundärfieder hat meist katadrome Lage, doch scheint mir keineswegs die selten vorkommende Anadromie nur auf besonders üppige Individuen beschränkt zu sein, wie Prantl es angiebt. Ostindien, Ceylon. — *B. chamaeconium* Bitter et Hieronymus n. sp. habituell von der vorigen sofort durch die viel geringere Größe (höchstens 15, meist nur 7—12 cm hoch), gedrängteren Aufbau, sowie durch den nicht weit oberhalb der Basis der sterilen Spreite von der Mittelrippe der Centralfieder ausgehenden Stiel der fertilen Spreite unterschieden. Gemeinsamer Blattstiel an seinem

Grunde mit einer dunkel kastanienbraunen, glänzenden, geschlossenen Scheide, 4—5 cm lang, wie der übrige Teil der Pflanze auch im ausgewachsenen Zustande mit ziemlich langen Haaren zerstreut bekleidet. Die fertile Spreite überragt meist die sterile um eine ziemliche Strecke (umgekehrt gewöhnlich bei *B. lanuginosum*). Sterile Spreite das Miniaturbild derjenigen des vorigen, umbelliferenähnlich, etwa 5 cm lang, unterste Seitenfieder bis $3^1/_2$ cm lang. Die Fiedern tief doppelt fiederspaltig mit geflügelten Stielchen. Stiel der fertilen Spreite etwa $1^1/_2$—3 cm lang, die fertile Spreite selbst bis 5 cm lang, unten ziemlich zusammengezogen (ihre größte Breite etwa $2^1/_2$ cm), die untersten Verzweigungen ziemlich lang gestielt. Sporen mit größeren und kleineren Netzmaschen sculpturiert, nicht mit so unregelmäßig netzig verbundenen Kämmen wie bei dem vorigen. Das erste aus Afrika bekannt gewordene Botrychium: Kamerun, Buea, in Schluchten (2200 m) an steilen Felswänden, in deren Spalten es seine Wurzeln tief hineintreibt. (Preuß Nr. 1037). — **Bb.** Der Stiel der fertilen Spreite entspringt genau an der Basis der sterilen Lamina, sehr selten etwas unterhalb derselben. (*B. virginianum var. cicutaria*). Die ersten Secundärfiedern haben stets anadrome Lage, sie sind kleiner als die folgenden. Auch in der unteren Fiederreihe steigt die Größe bis zum 2. oder selbst bis zum 4. Fiederchen. *B. virginianum* Sw. Blätter gewöhnlich häutig-dünn. Scheiden offen. Sporen mit runden Warzen besetzt. Nordamerika von Canada bis nach Südamerika hinein (Columbien, Brasilien), Japan, Sibirien, Russland, Skandinavien, Finnland, Ostpreußen, Galizien, Ungarn, Alpen.

3. **Helminthostachys** Kaulf. (*Botryopteris* Presl, *Botrychium* Sw., *Ophioglossum* Rumpf, *Osmunda* L.). Fertiler Teil des Blattes an der Basis des sterilen entspringend, eine langgestielte, dichte, meist einfache Ähre, deren kurze Verzweigungen sich an den Seitenrändern der Rhachis bilden. An den allseitig ausspreizenden, kurzen Ästchen dieser Zweige entstehen geknäuelte, randbürtige Sporangien, die sich mit einem Längsriss öffnen. Die Ästchen endigen in Form spreitiger, am Rande schwach geteilter Lappen, die beiderseits Spaltöffnungen tragen. — Steriler Abschnitt fast fußförmig fiederteilig, meist an der Basis mit drei gestielten Hauptteilen, die ihrerseits wieder pinnatifid sind (erinnert in seiner Gliederung an manche Helleborus-Arten). Die lang-lanzettlichen Fiedersegmente bald fast ganzrandig, bald fein gekerbt oder gesägt, bald unregelmäßig wellig oder doppelt-gesägt (so an besonders großen Blättern). Durch ihre Gestalt und durch die bogig parallelen, meist mehrmals gegabelten, hier allerdings nicht anastomosierenden Adern, die von einer wohl entwickelten Mittelrippe ausgehen, erinnern die Fiedern an die von Ferula Asa foetida (Venatio Taeniopteridis). — Rhizom kriechend, fleischig, unterirdisch, dorsiventral mit zweizeilig geordneten Blättern oberseits und lateral verzweigten Wurzeln in mehreren Reihen unterseits sowie an den Flanken. Meist wird in einer Vegetationsperiode nur ein Blatt gebildet, selten zwei.

Die einzige Art, *H. zeylanica* Hook. (Fig. 259 *C*, 260 *E*, *F*) ist heimisch vom Himalaya durch ganz Vorder- und Hinterindien, Ceylon über die Sundainseln bis zu den Philippinen, Neucaledonien und Queensland.

Fossile Ophioglossaceae. (Von H. Potonié.)

Zu den *O.* werden vom Carbon und Perm ab Reste gerechnet, nämlich die Gattungen *Noeggerathia*, *Rhacopteris* und *Ophioglossites* Massal., von denen die beiden erstgenannten Gattungen zwar äußerlich in fertilem Zustande eine gewisse Ähnlichkeit mit den recenten *O.* haben, aber diesbezüglich ebensogut etwa zu den *Osmundaceae* gestellt werden könnten. Über *Noeggerathia* wird Specielleres bei den *Cycadofilices* gesagt werden, über *Rhacopteris* im nächsten Abschnitt S. 490. — Mehr Wahrscheinlichkeit, dass die Unterbringung richtig ist, ist für den bei Renault (1893, Text 1896) abgebildeten Rest *Ophioglossites antiqua* R. aus dem Perm von Autun auch nicht vorhanden; er erinnert an einen vergrößerten ährenförmigen fertilen Teil eines *Ophioglossum*-Wedels. Von Kurr *Chiropteris digitata* genannte, fächerig-zerteilte Blattreste aus dem unteren Keuper Württembergs erinnern sehr an das recente *Ophioglossum palmatum*. Zum Typus des *O. vulgatum* gehören Reste aus dem Eocän vom Monte Bolca in der Prov. Verona: *Ophioglossum* (*Ophioglossites* Massal.) *oeocenum* (Massal.) Schimper.

Über die fossilen Filicales im Allgemeinen und die Reste derselben zweifelhafter Verwandtschaft

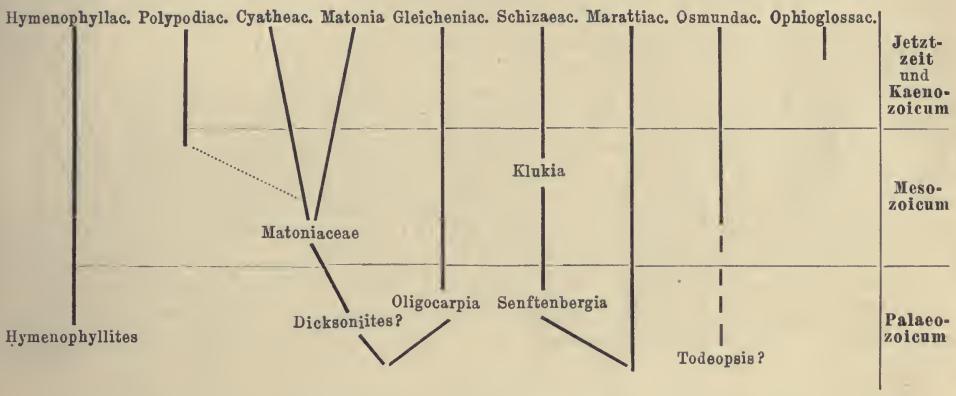
von

H. Potonié.

Mit 72 Einzelbildern in 48 Figuren.

(Gedruckt im Mai 1900.)

Es erübrigt hier alles das über die fossilen *Filicales* vorzubringen, was im Vorausgehenden bei Gelegenheit der Betrachtung der einzelnen recenten Familien (S. 112, 121, 123, 138, 166, 181, 202, 214, 230, 245, 250, 253, 277, 286, 297, 321, 347 ff., 355, 366, 371, 378, 380, 402, 421, 439, 442 und 444 ff.) nicht untergebracht werden konnte, sei es aus Mangel hinreichender Anknüpfungspunkte, sei es wegen zu großer Abweichung von dem an recenten Arten Bekannten. Soweit aber die Fossilien ± nahe Beziehungen zu den recenten Formen ergeben, wird die erste Frage sein, inwieweit die Fossilien unsere Anschauungen über die Phylogenesis beziehungsweise über die gegenseitigen verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Familien zu fördern in der Lage sind. Das Resultat ergiebt sich aus dem nebenstehenden Stammbaum.



Wir ersehen aus diesem Stammbaum, dass nach gewissenhafter Prüfung des thatsächlich Bekannten über die *Eufilicineae* für eine solche Erkenntnis sich bisher nicht gar zu viel durch die Betrachtung der fossilen Reste ergiebt. Ein allgemeineres, wichtiges Resultat tritt deutlich hervor. Wir sehen nämlich, dass die Hauptgruppen, die Familien der Farne, im ganzen sich schon im Palaeozoicum abgezweigt haben dürften, und da genügend erhaltene fertile Reste, um eine Familienzugehörigkeit erkennen zu lassen, schon vom Culm ab auftreten, wäre die wesentliche Sonderung in den Beginn des Palaeozoicums, in das Silur und Devon zu setzen, wenn nicht in noch ältere, bereits vollständig wieder zerstörte oder doch noch nicht bekannte Horizonte: es handle sich denn um das leider fossilfreie, mächtige Praecambrium. Der Stammbaum weist uns zwingend sehr weit in die Urzeit zurück. Die Urfarne müssen also wohl mindestens so alt sein, wie die ältesten bekannten Sedimentärschichten. Es giebt diese Überlegung jedenfalls ein Bild davon, wie weit wir davon entfernt sind, die älteste Flora, welche die Erde bevölkerte, zu kennen. Vermöge des uns Erhaltenen beginnt unsere thatsächliche Kenntnis der Flora erst ungemessene Zeitperioden nach der Entstehung der ersten Pflanzen.

Über die vermutlichen verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Fossilien der

Eufilicineae untereinander giebt der Stammbaum Auskunft, über die Beziehungen zu anderen Familien das Folgende:

Unter den bei den Stammresten hinten besprochenen Fossilien lassen sich einige als Misch- (Collectiv-) Typen deuten, denn *Asteropteris*, *Asterochlaena* u. a. erinnern durch das centrale, strahlige Stammleitbündel sehr an die *Lycopodiales*, *Asteropteris* und *Mesoneuron* überdies allenfalls noch durch die nur in einem Kreise, resp. nur wenig zahlreich auf dem Stamm-Querschliff vorhandenen Blattspuren, denn auch bei *Lycopodium* haben wir nur wenige Blattspuren über den Querschnitt zerstreut, da die Blätter hier nicht so gedrängt stehen wie gewöhnlich bei den Eufilicineen die Wedel. Freilich giebt es aber carbonische Eufilicineen (*Sphenopterides*) mit dünnen Stämmen, denen die Wedel sehr locker ansitzen: Fig. 264. Inwieweit Typen wie *Asteropteris* und *Mesoneuron* eventuell richtiger mehr den *Lycopodiales* als den *Filicales* anzunähern oder einzufügen sind, ist also vorläufig nicht zu entscheiden, da die Kenntnis der Fortpflanzungsorgane fehlt.

Des weiteren ist zu erwähnen, dass die *Cycadofilices*, soweit wir jetzt über dieselben orientiert sind, eine Mittelgruppe zwischen *Filicales* und *Cycadales* bilden.

Wenn nun auch in den ganz überwiegenden Fällen die Unterbringung der noch zu betrachtenden Reste bei den *Filicales* ganz zweifellos richtig ist, so können wir also doch in manchen Fällen, namentlich bei Mangel jeglicher Andeutungen von Fortpflanzungsorganen, wenn der Habitus und die sonstigen Eigentümlichkeiten nicht nur an die der *Filicales*, sondern auch an andere Gruppen anklingen, nicht wissen, ob sie richtig untergebracht sind; das gilt besonders von Arten, deren Wedelform von den als Farn erkannten Resten wesentlicher, z. B. durch größere Anlehnung an den Habitus von *Cycadaceen*-Wedeln abweicht. Solche Formen könnten bis auf weiteres mit derselben Berechtigung wie zu den *Filicales* auch provisorisch zu der Zwischengruppe zwischen diesen und den *Cycadales*, d. h. den *Cycadofilices* (vergl. hinter den *Lycopodiales*) gestellt werden oder auch zu den *Benettitaceae* (besser *Benettiteae* als Unterfamilie der *Cycadaceae*) (vergl. Natürl. Pflanzenfam. Nachträge zu II—IV S. 15; Potonié, Lehrb. d. Pflanzenpaläontologie 1899, S. 277—279). Vieles ursprünglich fälschlich bei den *Filicales* Untergebrachte hat nach und nach berichtigt werden können, wie z. B. Brongniart gewisse *Gingkoaceen*-Blätter für solche von Farn gehalten hat, Göppert 1836 eine *Equisetales*-Scheide unter dem Namen *Bocksia flabellata* als Farnrest beschrieben hat, Saporta und Marion gar einen Schwefelkiesdendriten für einen Farn einer besonderen Gattung, *Eopteris*, gehalten haben u. s. w. Wo die älteren Autoren die Farnnatur nicht anzweifelten, haben sie ursprünglich zunächst allgemeiner und später, wenn sie den Rest sonst nicht näher innerhalb der mittlerweile geschaffenen »Gattungen« unterzubringen wussten, den Namen *Filicites* Schlotheim angewendet. Die Mehrzahl der Arten der fossilen sicheren *Filicales* entsprechend den lebenden natürlich zu gliedern, ist auch heute noch wegen nur seltener und dann meist außerordentlich ungenügend erhaltener Sori auch nur einigermaßen befriedigend nicht durchzuführen. Da allermeist nur Bruchstücke vorliegen, die gruppiert werden sollen, kann sich die Gliederung überdies meist nur auf Merkmale stützen, die für die systematische Gliederung lebender Pflanzen erst recht nicht für ausreichend erachtet werden können.

Will man sich daher nicht durch übermäßig hypothetische, also mehr oder minder gewaltsame Unterbringung aller Reste in einer wertlosen und verwirrenden Systematik verlieren, so ist man vor der Hand noch gezwungen, für das Gros der Reste hier bei einer künstlichen Gliederung zu verharren. In dieser Weise ist es wenigstens möglich, die Reste wirklich zu übersehen und aufzufinden, und da man sich hierbei durch natürliche Gesichtspunkte — wie den Fortschritt von Einfacherem zu verwickelter Gebautem — leiten lassen kann, so ergeben sich trotz des Mangels der künstlichen Systematik allgemeine Resultate, die der wissenschaftlichen Botanik zu Gute kommen. Namentlich handelt es sich um eine Klassificierung der sterilen Wedelreste, besonders der vielen, fossil vorliegenden, sterilen, spreitigen Teile, kurz der *Trophophyll*-Reste*). Die Kenntnis der

*) Ich unterscheide 1. Trophophylle Laubblätter (nur der Assimilation dienende Wedel oder Blätter), 2. Trophosporophylle, Laubsporophylle (sowohl der Assimilation

letzteren ist für den Geologen von großer Wichtigkeit, da solche Reste bei ihrer Häufigkeit für Horizontbestimmungen namentlich in paläozoischen Formationen von ausschlaggebender Bedeutung sein können. Spindelteile (*Rhachiopteriden*), die keine Fiedern mehr tragen, sind zwar sehr häufig, aber nur bei wenigen Arten lassen sie sich auf Grund besonderer Eigentümlichkeiten wie Spreuschuppen-Bekleidung, Querriefung (bei *Sphenopteris elegans*) auf Fiedern tragende Reste beziehen.

Bei der angegebenen Sachlage hat Ad. Brongniart zu Anfang dieses Jahrhunderts (seit 1822) diese Reste wesentlich nach der Gestalt und Aderung der Fiedern, resp. Teile letzter Ordnung (im Folgenden abgekürzt als F. l. O.) klassificiert. Es hat nicht an Bemühungen gefehlt, die Klassifikation mit derjenigen der recenten Arten in Einklang zu bringen. Aber Göppert's diesbezüglicher Versuch von 1836 hat gezeigt, dass vorläufig ohne wertlose hypothetische und daher immer von neuem anders versuchte, demnach nur verwirrende Gruppierungen, auf Grund der verhältnismäßig wenigen, vielfach viel zu unsicher bekannten sporentragenden Typen, die man dann hypothetisch dem Gros der sterilen Wedelreste zuvindicieren muss, oder gar auf Grund nur äußerer Ähnlichkeiten oder sogar Missdeutungen steriler Reste eine einigermaßen sichere natürliche Klassifikation auch heute noch lange nicht zu erreichen ist. Seine »Gattungen« *Asplenites*, *Diplazites* (nur bestimmte Wedelteile z. B. von *Pecopteris unita*), *Polypodites*, *Hemitelites*, *Aspidites*, *Trichomanites*, *Cheilanthites*, *Balantites*, *Cyatheites*, *Acrostichites* u. s. w., die durch diese Namen Verwandtschaften oder Ähnlichkeiten mit den dem Namen nach entsprechenden (*Asplenium*, *Polypodium* u. s. w.) recenten Gattungen ausdrücken sollen, lassen sich nur ausnahmsweise — wie z. B. *Hymenophyllites* (vgl. S. 112), *Adiantites* S. 488) — und zwar mit modificierter Diagnose beibehalten.

Es kommt als erschwerend, eine natürliche Klassifikation einzuführen, hinzu, dass da, wo einmal fertile Reste genügende Auskunft geben, ihr organischer Zusammenhang mit sterilen nicht immer bekannt ist, und die häufige Unähnlichkeit der fertilen und sterilen Reste die Erkennung ihrer eventuellen Zusammengehörigkeit unmöglich macht. Man ist demnach leider genötigt, zwei Reihen von provisorischen »Gattungen«, die sich gegenseitig in mannigfacher Weise durchkreuzen, zu benutzen. Aber auch nicht einmal der Gesamtaufbau der Wedel lässt sich bei der künstlichen Gliederung der sterilen Wedelreste durchweg verwenden, da nur selten die Wedel vollständig bekannt sind. Namentlich Göppert und Stur haben die Eigentümlichkeiten der Gesamtgliederung derselben als Merkmale mancher ihrer Gattungen herangezogen. Kann aber hierdurch von der Erreichung einer »natürlichen« Gruppierung nur sehr untergeordnet die Rede sein, so ist außerdem das Abgehen von den von Brongniart eingeführten Aderungstypen, welche für die Gruppierung der sterilen *Filicales*-Reste mehr leisten, um so weniger angebracht, als solche neuen Gattungen die Unterbringung sehr vieler Arten meist nicht gestattet, jedenfalls nur dann sicher, wenn uns zufällig vollkommenere Reste, durch welche uns der ganze Wedelaufbau veranschaulicht wird, bekannt werden. Dabei kann es überdies, wie in dem Fig. 278 abgebildeten Fall von *Palmatopteris* passieren, dass ein solcher Rest zu zwei Verzweigungstypen gehört! Bei der Anerkennung solcher Gattungen wird die Synonymie höchst unangenehm belastet, denn viele Arten muss man dann wiederum zunächst provisorisch, also hypothetisch unterbringen und die Entscheidung auf spätere, glückliche Funde verschieben, die aber zeigen können, dass die Unterbringung falsch war.

Es bleibt also bis jetzt in der That immer noch nichts übrig, als sich bei einer systematischen Betrachtung der sterilen Reste im wesentlichen auf die Aderung und die Gestalt der Fiedern (Teile) letzter Ordnung zu beschränken. Die Durchführung einer solchen Klassifikation bietet zwar viele unangenehme Schwierigkeiten, weil an einem und demselben Wedel ganz heterogene Typen vorkommen können (man denke z. B. nur an die recente *Stenochlaena sorbifolia* [Natürl. Pflanzenfam. I 4, S. 251; eine instruktive Abbildung

---

als auch der Fortpflanzung dienende Wedel oder Blätter, die man leider ganz falsch und daher unzweckmäßig zu den Sporophyllen zu rechnen pflegt) und 3. Sporophylle (nur der Fortpflanzung dienende Wedel oder Blätter).

in Christ, Farnkräuter der Erde, 1897, S. 40], bei der nicht weniger als 3 Typen, nämlich derjenige von *Sphenopteris*, *Ovopteris* und *p-Taeniopteris*, die hinten beschrieben werden, vorkommen! Vergl. auch die Fig. 122, S. 229 von *Triphlebia dimorphophylla* in den Nat. Pfl.-Fam. I 4 mit sphenopteridischen und täniopteridischen Wedeln und die Bemerkungen über Heterophyllie S. 49 ff.), aber bei anderen künstlichen Klassifikationsprincipien sind die Schwierigkeiten geradezu zur Zeit unüberwindlich.

In manchen Fällen ist der Entschluss nicht ganz leicht, in wie weit Abgliederungen letzter Ordnung als Fiedern oder nur als Teile, Lappen bezeichnet werden sollen, da natürlich von der schwachen Lappung bis zur zweifellosen Fiederung auch an einem und demselben Exemplar ganz allmähliche Übergänge vorkommen. Von Fiederung werden wir im Folgenden sprechen, sobald die letzten Abgliederungen voneinander getrennt sind bis zu der oder bis fast zu der Spindel letzter Ordnung oder Ader herab, denen die letzten Abgliederungen ansitzen.

Fig. 264. *Sphenopteris* von Typus der *S. Hoeninghausi* in 1/2 der natürl. Gr. *a—a* Hauptachse; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 u. 8 sind die ± vollkommen erhaltenen, der Hauptachse ansitzenden Wedel, die spiralig gestellt zu sein scheinen. — Prod. Carbon von Oberschlesien. (Aus Potonié's Erläuterung zu der Wandtafel.)

Die Trachten der fossilen *Filicales* — namentlich in der farnreichsten Formationsgruppe, dem Palaeozoicum — bieten einige Auffälligkeiten, die hervorzuheben sind. Da ist zunächst auf die weiter hinten besprochene Häufigkeit von gegabelten Wedeln hinzuweisen; es kamen a) Stauden, b) kletternde Arten und c) Baumfarn vor, unter denen die nur zweizeilig beblätterten *Megaphyten* (vergl. S. 507) besonders merkwürdig sind.

Die unter b) genannten Arten müssen physiognomisch unsere heutigen tropischen Phanerogamen-Lianen vertreten haben (vergl. H. Potonié, Erläuterung zu der Wandtafel der Steinkohlenzeit, 1899, S. 15—20); sie haben im Paläozoicum eine hervorragende Rolle gespielt, zweifellos eine weit größere als die spärlichen und kleineren heutigen kletternden Arten der Tropen. Ausgezeichnet als kletternde Farne sind insbesondere viele Sphenopteriden (besonders *Sphenopteris* und *Mariopteris*). Fig. 264 giebt ein Beispiel. Es muss dahingestellt bleiben, ob es sich in solchen lang- und dabei dünnstämmigen (oder spindeligen) Arten um windende Pflanzen gehandelt hat. So viel ist sicher, dass sie nicht in der Lage waren, ohne Stütze sich aufrecht zu erhalten, so dass mindestens anzunehmen ist, dass sie durch Anschmiegen an Stämme, die in der Lage waren, sich selbst zu tragen, wie die *Lepidophytineae*, oder manche Arten vielleicht auch als Spreizklimmer den Kampf zur Erreichung der Lichtquelle aufnahmen. Ob man in den dünnen Hauptachsen dieser Arten die Haupt-Wedelspindeln oder Stengelorgane zu sehen

hat, ist meist ganz zweifelhaft. Es ist bei der Thatsache, dass die Farnwedel überhaupt in morphologischer Beziehung eine Mittelstellung zwischen den echten Blatt- und den Stengelorganen einnehmen und überdies phylogenetisch die höheren Pflanzen mit ihren echten Blättern und Stengelorganen als spätere Differenzierungen von den Farn herzuleiten sind, von vorn herein verfehlt, auch bei den Farn eine schroffe Kategorisierung aller oberirdischen Organe in Blätter und Stengel vorzunehmen.

Außer dünnen, langen Achsen spricht wohl auch die gelegentliche Verlängerung derHauptadern der F. l. O. über die Spreite hinaus bei *Mariopteris*, Fig. 265, für die Lianennatur. Die wie rudimentäre Ranken erscheinenden in Rede stehenden nackten Aderenden sind gewissermaßen Finger (»Vorläuferspitzen« H. Crüger's, vergl. Raciborski, Flora 1900), auf die sich die emporsteigenden Pflanzen stützten. Schöne Beispiele bei Roehl 1868 T. 14, F. 5 und Stur 1885 T. 26, F. 6. Über rankenähnliche Bildungen vergl. auch hinten unter *Archaeopteris* S. 490.

Fig. 265. *Mariopteris muricata.* Spreitenstücken mit fingerförmigen Fortsätzen. Aus dem mittl. prod. Carbon Frankreichs. (Nach Zeiller.)

Nicht nur die Trophophyllreste der fossilen *Filicales* sind naturgemäß in den überwiegenden Fällen nicht oder nur ganz vermutungsweise bei den recenten Familien unterzubringen, sondern auch eine ganze Zahl fertiler Reste trifft dasselbe Loos, namentlich dann, wenn über den näheren Bau der Sporangien, wie in so vielen Fällen, gar nichts auszumachen ist. Auch dann, wenn die Sporangien etwas über ihre anatomische Struktur ergeben, ist eine Unterbringung in die recenten Familien nicht selten misslich, wie man sich durch Einsichtnahme des Abschnittes über die fossilen *Marattiales*, S. 444—449, überzeugen kann.

Wir wollen im Folgenden die noch übrigbleibenden, also bei den recenten Familien nicht behandelten Fossilien in den drei Abschnitten betrachten: 1. fertile Reste, 2. sterile Reste, 3. Obsolete und vorläufig noch unklarere Gattungen.

1. Sporophyll- und Trophosporophyllreste.

Die eusporangiaten Farne waren früher herrschend und wurden erst später von den im Paläozoicum noch selteneren leptosporangiaten in den Hintergrund gedrängt, damit steht in Zusammenhang, dass die Ausbildung eines typischen Annulus ganz allgemein erst im Verlaufe der Generationen stattfindet. Näheres hierüber ist bei den natürlichen Familien nachzusehen, insbesondere bei den fossilen *Schizaeaceae*, S. 372, und bei der Gattung *Diplolabis*, S. 440.

Bei den *Marattiales* wurden vorläufig alle diejenigen Reste untergebracht, deren Sporangien sich als ring- oder kappenlos ergeben haben, obwohl es sich vielleicht einmal als nötig erweisen wird, vor allem solche Farne als besondere provisorische Familie abzutrennen, die zwar durch den Mangel dickwandiger Zellgruppen der Sporangienwandung jetzt gern den *Marattiales* angegliedert werden, die dabei jedoch nur eine einzellschichtige Sporangienwandung aufweisen, also im Gegensatz zu den eusporangiaten *Marattiales* leptosporangiat sind. Ferner lässt sich eine weitere, nur fossil bekannte Familie aus den hierunter beschriebenen Gattungen *Botryopteris*, *Zygopteris* und *Corynepteris* sehr gut begründen. Renault hat bereits die beiden erstgenannten Gattungen als *Botryopteridaceae* zusammengefasst u. Zeiller hat *Corynepteris* hinzugefügt. Diejenigen der auf die Sporangien gegründeten Gattungen, die sich wegen mangelhafter Erhaltung und Kenntnis der Reste oder wegen zu großen Abweichungen nicht bei den natürlichen Familien unterbringen ließen, sind nun die Folgenden.

Sporangien mit deutlichem Ring oder eine deutlich markierte, den Ring vertretende Zellgruppe.

Kidstonia Zeiller 1897 und 1899. — Fertile Fiedern aus schmalen, gabelig zusammenstehenden, spitzen, 1,5 — 2 mm langen Lacinien, die am Grunde je ein eiförmig-kugeliges Sporangium tragen, das seitlich eine wohlumschriebene Gruppe dickwandiger Zellen besitzt. Sporangien also sehr ähnlich denen der *Osmundaceae*, aber auch sehr an *Senftenbergia* (vergl. unter Schizaeaceen S. 371 Fig. 199 erinnernd), wenn man nämlich die dickwandige Zellgruppe als spitzenständige, unvollständige Kappe ansieht, so dass also auch hinsichtlich des isolierten Auftretens der Sporangien (»monangische Sori«) wie bei *Lygodium* — abgesehen von der noch zu lösenden Frage, ob *Kidstonia* eu- oder leptosporangiat ist — sich Beziehungen zu den *Schizaeaceae* ergeben. Es liegt daher in der That vielleicht ein Mischtypus zwischen beiden Familien vor.

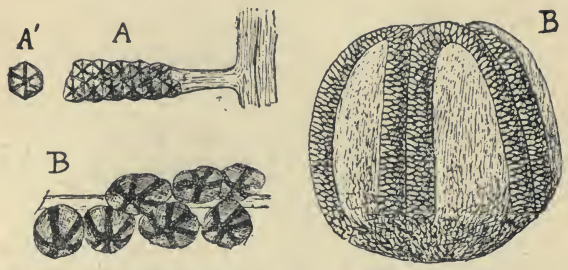


Fig. 266. *Corynepteris stellata* Baily. *A* Fiederchenstück in 2/1, *A'* Sorus in 4/1. *B* und *B'* *Cor. coralloides* (Gutb.) Zeill., ein Fiederchenstück in 4/1 und ein Sorus von der Seite gesehen in 30/1. (*A*, *A'* nach Baily; *B*, *B'* nach Zeiller.)

Produktives Carbon Kleinasiens.

Corynepteris Baily (*Grand' Eurya* Zeill., *Saccopteris* Stur zum Teil), Fig. 266. — Sporangien groß, eiförmig, sitzend, mit vollständigem, längsverlaufendem Ring, zu 5—10 radial um einen Punkt geordnet, so einen sphäroidalen Sorus bildend, in welchem sich die einzelnen Sporangien seitwärts mit den Rändern ihrer Ringe berühren, die die Rückenfläche der Sporangien umrahmen. Jede F. l. O. trägt nur einen Sorus. Die Trophophylle sind S. 492 unter *Alloiopteris* beschrieben.

Obercarbon.

Zygopteris Corda, Fig. 267. — Sporangien groß, langeiförmig-ellipsoidisch, gestielt, zu 5—15 und vielleicht mehr gebüschelt, mit längsverlaufendem, vollständigem

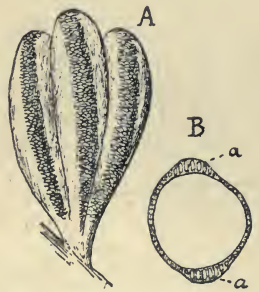


Fig. 267. *Zygopteris pinnata* Gr. Eury. *A* Sporangiengruppe in 12/1. *B* Querschliff durch ein Sporangium in 5/1. *a* Ring. (*A* Nach Zeiller; *B* nach Renault.)

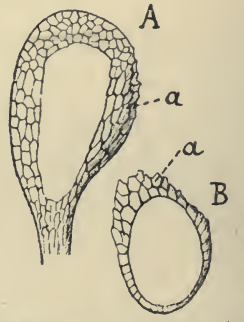


Fig. 268. *Botryopteris forensis* Ren. *A* ein Sporangium im Längsschliff in 30/1; *B* desgleichen im Querschliff. *a* Ring. (Nach Renault.)

Ring (also in dieser Beziehung sehr an *Corynepteris* erinnernd). Wandung nach den Figuren zwar einzellschichtig erscheinend, aber in Wirklichkeit aus zwei Gewebelagen bestehend, nämlich einer äußeren aus gestreckten Zellen und mit dem Annulus und einer inneren aus dünnwandigen Zellen, die leicht collabieren, wodurch sich dann eben der Sporangienquerschliff Fig. 267 *B* ergiebt. — Dass diese Sporangien mit den hinten S. 510 beschriebenen Farnstammresten *Zygopteris* zusammengehören, hat Renault (1876) nachgewiesen.

Oberes produktives Carbon und Rotliegendes.

p-Botryopteris, vergl. S. 497 Anm. (*Botryopteris* Ren. non Presl, vergl. p. 472). Fig. 268. — Sporangien wie vorher mehrzellschichtig, groß, birnförmig, zu 3—10 auf gemeinsamem Stiel gebüschelt, mit längsverlaufendem, einseitigem, also unvollständigem »Ring«. — R. giebt (1896 p. 52) sphenopteridische Fiederchen als zu *Botryopteris* gehörig an, die auf ihrer Unterseite lange, gegliederte Haare tragen, deren gezähnelte Gliedenden die Haare wie mikroskopische Equisetumstengel erscheinen lassen; auf der Oberseite befinden sich Spaltöffnungen, so dass es sich wohl hier um Trophophylle handelt, die auf dem Wasser flottierten. — Stammbau vergl. hinten unter gleichem Namen S. 510.

Obercarbon.

Die beiden letztgenannten Gattungen hat Renault also in eine besondere Familie, die *Botryopteridaceae,* gebracht. Er gliedert sie nach der Querschnittsform der Spindelleitbündel in 1. *Clepsydropsis* Unger mit sandurförmigem Bündel, 2. *Zygopteris* Corda mit H-förmigem Bündel, 3. *Botryopteris* Ren. mit ω-förmigem Bündel und 4. *Grammatopteris* Ren. mit dickstrichf. (▬) Bündel. Näheres über diese Spindeln weiter hinten in dem Abschnitt über Stamm-Stengelreste und Spindelorgane. Die Sporangien sind vielsporig, Renault möchte sie für heterospor halten, weil er in denselben 1. kugelige Sporen mit tetraedrischer Spitze findet (»Makrosporen«) und 2. Gebilde wie 1, die aber der tetraedrischen Spitze entbehren und in polyedrische Zellen geteilt sind. Die letzteren nun sieht R. als Mikrosporen an, während es sich wohl in beiden Fällen um gleichwertige Sporen handelt, nur dass bei den einen bereits eine Zellteilung eingeleitet ist. — Die Sporophylle entbehren ganz spreitiger Teile, und die großen Sporangien bilden die Endigungen regelrecht gefiederter Wedel. — *Hymenotheca Beyschlagii* Pot. 1889 Taf. III gehört wohl bei den sehr großen gebüschelt stehenden »Soren« (die dann als Sporangien zu deuten wären) zu den Botryopteridaceen. Dasselbe ist von der »Gattung« *Unatheca* Kidston zu sagen. *Schizostachys* Gr. Eury 1877 p. 200 (auf der Tafel 17 als *Androstachys* bezeichnet) zeigt noch anatomischen Bau: mehrzellschichtige Sporangien mit vielen Sporen. Die Sporophylle besitzen eine dicke Spindel, von der senkrecht ± lineale Fiedern abgehen, welche die vielen Sporangienbüschel tragen. Mit ihnen zusammen finden sich (vgl. Gr. Eury 1877 Taf. 17) ganz ähnliche Trophophylle, bei denen an Stelle der Büschel geschlitzte Fiedern stehen. Hierher gehört gewiss auch *Araucarites spiciformis* Germar (1851 Taf. XXXIII Fig. 1 u. 2). Die zerschlitzt-lappigen Fiedern erinnern etwas an die anomalen Fiedern an der anadromen Basis der F. l. O. von *Alloiopteris* Fig. 290 u. 291, eine »Gattung«, die sich auf Trophophyllreste gründet und sich als zu *Corynepteris* gehörig ergeben hat. Eine gute Figur eines Trophophyllrestes von *Zygopteris* giebt Zeiller, Commentry 1888 T. 32 Fig. 7.

Sporangien ohne Ring oder dickwandige Zellen.

Abgesehen von den bei den Marattiaceen p. 439—449 untergebrachten, wären hier nur noch zu nennen:

Chorionopteris Corda, Fig. 269. — Sorus kugelig, endständig, aus vier eiförmig in eine Kapsel eingeschlossenen Sporangien bestehend, welche sich durch vier Klappen öffnet. Diese kugeligen Sori erinnern also äußerlich an diejenigen der rec. Gattung *Onoclea* (vergl. Nat. Pflanzenfam. I 4 p. 166).

Obercarbon.

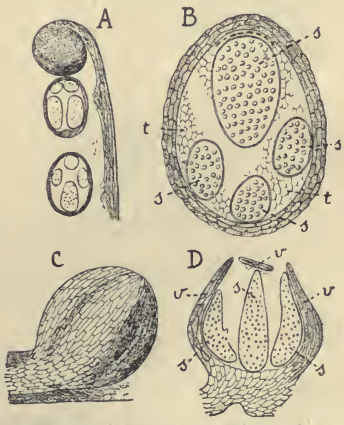


Fig. 269. *Chorionopteris gleichenioides* Corda. *A* Längsschliff durch ein Fiederchen; *B* Querschliff durch eine Kapsel; *C* eine Kapsel von außen; *D* Längsschliff durch eine Kapsel; *s* Sporangien; *v* Klappen der Kapsel; *t* Parenchym, das die Sporangien einhüllt. Alles vergr. (Nach Corda.)

Sporangien nicht oder ungenau bekannt.

Außer den bei der Betrachtung der sterilen Spreitenwedelreste S. 480 ff. genannten fertilen Reste sind anzuführen:

Potoniea Zeiller (1899). — Rest gefiedert, letzte Fiedern dick, keil-eiförmig, kurzgestielt, 7—10 mm lang, 6—7 mm breit, am Rande des breit abgerundeten Zipfels eine große Zahl, dichtgedrängter, kleiner, kohliger, spindeliger, 1—1,5 mm langer und 0,50

bis 0,60 mm breiter Körper (Sporangien?). Erinnert an *Crossotheca* (vergl. p. 448), nur dass bei *P.* der spreitige Teil sehr viel beträchtlicher ist. Bei der Dicke und Oberflächen-Beschaffenheit derselben ist es möglich, dass er in seiner ganzen Fläche mit den sporangioiden Körpern besetzt ist, die man aber zu einer einheitlichen Masse verschmolzen hier nicht mehr unterscheiden kann.

Produktives Carbon Kleinasiens.

Plinthiotheca Zeiller (1899). — Ein spreitiger Rest von elliptischer Gestalt (37 : 30 mm), sehr dick, von dem Centrum (wohl Ansatzstelle des Stieles) gehen viele, sich schwach-schlängelnde Linien radial aus. Die ganze Oberfläche mit Kapseln bedeckt (1—1,5 : 0,60—0,75 mm), die zu je vier sich berührend in Gruppen beisammen stehen.

Fig. 270. Ein Fiederchen von *Dicksoniites Pluckenetii* (Brongn.) Sterzel in 3/1. (Nach Sterzel.)

Produktives Carbon.

Dicksoniites Sterzel, Fig. 270. — Sori randständig, kreisförmig, am Ende der Adern, sehr ähnlich recenten *Cyatheaceae*, umgeben von einem schwachen Wall (die recente Gattung *Cyathea* mit einem Becher, der die Sporangien umschließt). Die unbekannten Sporangien wahrscheinlich einem im Sorus centralen, punktförmigen Receptaculum angeheftet. Der Wedelaufbau von *Dicksoniites* ist der der *Gleicheniaceae* (vergl. S. 484 unter dem Abschnitt über die Trophophyllreste), so dass vielleicht ein Mischtypus zwischen *Cyatheaceae* und *Gleicheniaceae* vorliegt (vergl. Nat. Pflanzenfam. I 4, p. 355).

Obercarbon und Rotliegendes.

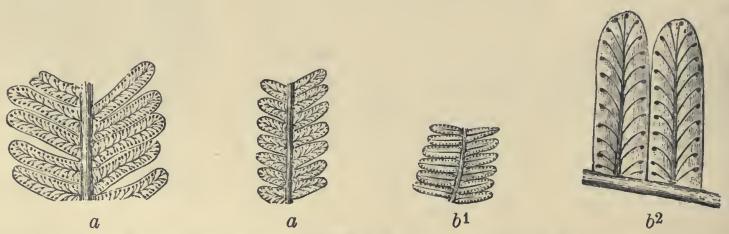
Weitere ungenau bekannte fossile Reste werden also, sofern ihre Zugehörigkeit zu sterilen »Gattungen« bekannt ist, im nächsten Abschnitt bei diesen behandelt.

2. Trophophyllreste.

Die Wedelspreitenreste.

Allgemeines.

Mit Sori verwechselt wurden wiederholt Wassergruben (Hydathoden, vergl. I, 4 p. 67), die an fossilen Spreitenresten oft auffällig groß sind, Fig. 271. Presl's Gattung *Partschia* (1838 p. 115) ist *Pecopteris hemitelioides* mit Wassergruben. Renault's Gattung *Lageniopteris* (1883 p. 131) gründet sich auf *Pecopteris*-Arten mit Wassergruben.



a *a* b^1 b^2

Fig. 271. *a Pecopteris* vom Typus *oreopteridia* (Schloth.) Brongn. ex parte; b^1 *Pecopteris hemitelioides* Brongn., b^2 in 4/1 der natürlichen Größe. Die Punkte am Ende der Adern sind Wassergruben. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

Es ist sehr bemerkenswert, dass die Aderungstypen mit den einfacheren Formen beginnend im Laufe der geologischen Formationen im Interesse weiterer Arbeitsteilung zu complicierteren Formen aufsteigen. So entbehren die *Archaeopterides*, die namentlich für die erste und zweite Flora*) charakteristisch sind, alle in den Fiedern letzter Ord-

*) Ich habe (vergl. mein Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie. Berlin 1897—1899, S. 128 u. 361 ff.) die paläozoischen Floren gegliedert in die 1. Flora (Silur u. Devon), die 2. Flora

nung einer Mittelader und sind durch lauter gleichartige, parallel-fächerig verlaufende, gegabelte Adern ausgezeichnet. Dagegen sind die Gattungen späterer Horizonte, z. B. die ganz überwiegende Zahl der *Sphenopterides* und der *Pecopterides*, von denen das Groß der Arten etwa in den Floren 4—9 vorkommt, insofern höher organisiert, als in der Aderung durch das Auftreten einer Mittelader mit Seitenadern, so dass fiederige Aderung zustandekommt, eine Arbeitsteilung in der Ausbildung der die Nahrung leitenden Bahnen zu constatieren ist. Die netzaderigen Farne nehmen im Laufe der geologischen Formationen an Häufigkeit zu, während sie ursprünglich ganz fehlten. Netzaderungen treten namentlich von der Flora 5 ab auf. Die höchste bekannte Ausbildung der Netzaderung, das Auftreten von kleineren Maschen, die in dem Felde einer größeren, durch stärkere Adern umzogenen Masche liegen, fällt erst ins Mesozoicum.

Auch die Gestalt der Fiedern (Elemente) letzter Ordnung der Wedel hat im Laufe der Formationen eine Wandelung erlitten, denn das Auftreten großflächiger, ungeteilter Blattspreiten stellt im ganzen erst eine Errungenschaft im Verlaufe der Entwickelung der Pflanzenwelt dar. Je tiefer wir in den geologischen Formationen in die Vorzeit hinabsteigen, um so schmaler, resp. zerteilter und kleinfiederiger sind im allgemeinen (also von Ausnahmen abgesehen) die uns überkommenen Blattreste, eine Thatsache, die mit der Anschauung in Einklang steht, dass die Regengüsse der früheren Erdperioden im großen und ganzen stärker gewesen sind als heute. Das Gesagte gilt ganz allgemein: nicht bloß für die Farnwedel, an denen sich die in Rede stehende Erscheinung in der Reihe der *Sphenopterides* constatieren lässt. Betrachten wir diesbezüglich die *Sphenopterides* der 1. und 2. Flora, so fällt das verhältnismäßig zahlreiche Vorkommen eines Farntypus mit schmal-linealen bis fadenförmigen Fiedern letzter Ordnung auf (Typus *Rhodea*). In dem der Zeit nach folgenden geologischen Horizont, dem der 3. und 4. Flora finden sich zwar ebenfalls noch Farne mit sehr schmal-linealen F. l. O., aber nicht so zahlreich wie im Culm, und es überwiegen die Formen mit kleinen, sich der Kreisform nähernden F. l. O. (Typus *Sphenopteris* i. e. S. = *Eusphenopteris*). Durchschauen wir nun die Farne der 5. Flora, so bemerken wir Formen, die man zum Typus *Rhodea* stellen könnte, nur noch ganz untergeordnet. An seine Stelle tritt der Typus *Palmatopteris*, der sich zwar noch durch schmale, aber doch palmat-zusammentretende F. l. O. charakterisiert. Es überwiegen bei weitem die Farne des Typus *Sphenopteris*, und es kommt der Typus *Mariopteris*, der die 5. Flora besonders auszeichnet, hinzu mit größeren, im ganzen länglich-dreieckigen Fiedern l. O. Auch der Typus *Pecopteris* mit am Grunde breitansitzenden Fiedern l. O. tritt nunmehr bemerkenswerter auf, ein Typus, der in dem demnächst höheren Horizont häufiger und darüber, im Rotliegenden, sogar herrschend

Fig. 272. *Pecopteris plumosa*. Wedelstück mit Adventivfiedern auf der Hauptspindel. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

(Culm), die Floren 3—7 (die sich auf das produktive Carbon verteilen), die Floren 8—10 (die sich auf das Rotliegende verteilen) und die Flora 11 (Zechstein). Es ist hierbei wohl zu beachten, dass die 1. Flora natürlich nur die 1. bekannte Flora ist, die sich bei besserer Kenntnis der Reste, und nachdem einmal mehr Material vorliegen wird, bei dem gewaltigen Zeitraum, den sie umfasst, sicher in mehrere Floren wird spalten lassen. Wir sind weit davon entfernt, die älteste, wirklich erste Flora, welche die Erde bevölkerte, zu kennen. Vermöge des uns Erhaltenen beginnt unsere thatsächliche Kenntnis der Flora erst ungemessene Zeitperioden nach der Entstehung der ersten Pflanzen. Vergl. vorn p. 473.

wird. Dass ein pecopteridisches Fiederchen weniger leicht und schnell einem durch schwere Regentropfen bewirkten Stoß ausweicht als ein Fiederchen von dem sphenopteridischen Typus, das nur durch einen ganz schmalen Teil, oft nur durch ein Stielchen ansitzt, ist ohne weiteres einleuchtend, und die Beziehung zu den Niederschlagsverhältnissen erklärt denn auch vielleicht die geschilderte Reihe im Auftreten der Formen.

Hervorzuhebende Eigentümlichkeiten der sterilen Wedel sind noch die folgenden:

Fig. 273. Wedelstückchen von *Sphenopteridium dissectum* (Göpp.) Schimper, den *Hoeninghausii*-Aufbau zeigend. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

Manche Arten, namentlich aus der Gruppe der paläozoischen Pecopteriden, bieten die Erscheinung, dass ihre Wedel außer den üblichen Fiederchen noch am Blattstiel, resp. an den Hauptspindeln ihrer Gestaltung nach von den übrigen abweichende, z. B. unregelmäßig-zerschlitzte Fiedern, Adventivfiedern (*Paragonorrhachis* Gr. Eury 1877 S. 62) tragen, Fig. 272, wie sie ebenfalls bei einigen jetzt lebenden tropischen Farnen, besonders *Gleicheniaceae* und einigen *Cyatheaceae* bekannt sind (vergl. I, 4 S. 51 Fig. 35). Die Adventivfiedern sind vielleicht als Überreste, Erinnerungen an die ursprünglich spreitig besetzt gewesenen Hauptspindeln der Wedel zu deuten (vergl. das über »decursive« Fiedern S. 485 Gesagte); ihre feine Zerteilung mit gern mehr oder minder lineal gestalteten

Fig. 274. *Sphenopteridium Dawsonii* in 1/4 der nat. Gr. (Nach Stur.)

Fig. 275. *Rhodea dissecta* (Brongn.) Presl (*Diplotmema Schützei* Stur.) (Nach Stur.)

Teilen letzter Ordnung, ferner ihre zuweilen hervortretende Neigung zu Dichotomien erinnern durchaus an die von den ältesten und älteren Farnen, z. B. von der Gattung

Rhodea, beliebten Eigentümlichkeiten (S. 490). Wie Primärblätter von Pflanzen in ihrer Ausbildung Eigentümlichkeiten der Hauptblätter der Vorfahren lange bewahren können, so sind vielleicht die Adventivfiedern, die doch Primärfiedern sind, ebenfalls auf den Aussterbeetat gesetzte Reste, die aber nicht bloß wie die decursiven Fiederchen ihrer Stellung, sondern überdies auch ihrer Form nach an weit entlegene Bauverhältnisse der Vorfahren erinnern. Für diese Deutung der Adventivfiedern kann auch noch die Thatsache verwertet werden, dass sie erst an Arten des oberen Palaeozoicums auftreten und vor allem bei Arten vom Typus *Rhodea* noch nicht vorhanden sind.

Im Vergleich zu den heutigen Farnen ist aber nicht nur die Häufigkeit von Gabeladerungen auffallend, sondern auch die der Gabelverzweigungen der Gesamtwedel der paläozoischen Arten, was dafür spricht, dass ganz allgemein die fiederige Verzweigung (von Adern und Axenteilen) im Laufe der Generationen aus der echt-gabeligen durch Übergipfelung des einen Gabelastes durch seinen Schwestergabelast hervorgegangen ist (vergl. H. Potonié, Lehrb. der Pflanzenpaläontologie 1897 —1899 S. 16—20, S. 110 ff.). Des näheren sind die bezüglichen Thatsachen, die das begründen, die folgenden.

1. Über die prävaliierende Gabeladerung bei den ältestbekannten Farntypen wurde schon S. 480—81 das Nötige gesagt.

2. Dass die paläozoischen Wedel so sehr oft Gabelverzweigungen aufweisen und in ihrem Aufbau zwischen gabeliger und fiederiger Verzweigung hin- und herpendeln, wodurch die so oft unsymmetrische Ausgestaltung der Wedel zu Wege kommt, ist auf den ersten Blick besonders auffallend. Die hierher gehörigen Erscheinungen lassen sich in mehrere Typen gliedern. Gehen wir von dem im fertigen Zustande reinfiederigen und sich mehr oder minder der Eiform nähernden Wedel aus, so würde sich diesem zunächst anschließen

a) der *Hoeninghausii*-Aufbau, Fig. 273, bei welchem die Hauptspindel einmal-gegabelt ist, im übrigen reine Fiederung herrscht. Das Wedelstück unter der Gabel ist ebenfalls gefiedert. Auf diesen Gliederungstypus incl. den unter b) und c) aufgeführten hat Göppert 1836 seine »Gattung« *Gleichenites* gegründet.

b) Wedel wie beim *Hoeninghausii*-Aufbau einmal -gegabelt, aber das die Gabeläste tragende Spindelstück, das Fußstück der Gabel, nackt. Fig. 274.

c) Wie vorher, aber die Gabelstücke kürzer und breiter und die Gabel spreizender. Fig. 275.

d) Der Fall c) schließt sich eng an den eigentlichen *Diplotmema*-Aufbau an, der sich nur dadurch von dem vorigen unterscheidet als die basalste, nach außen gewendete

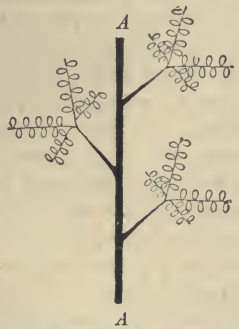


Fig. 276. *Diplotmema*-Aufbau. *A*—*A* kletternde Hauptspindel oder Stengel.

Fig. 277. Mariopteridischer Aufbau. *A* windende, resp. kletternde Achse.

Fieder jedes Gabelastes größer und höher differenziert ist als die übrigen Fiedern gleicher Ordnung (Gattung *Diplotmema* Stur). Fig. 276.

e) Der mariopteridische Aufbau, Fig. 277 ist nur dadurch von d) verschieden, als die erste Gabel sich gleich noch einmal gabelt, so dass vier Gabeläste zu bemerken sind,

die allein gefiedert sind. Dass der mariopteridische Aufbau durch kleine Bewegungen der letzten Gabeläste aus dem *Diplotmema*-Aufbau entstehen kann, oder umgekehrt letzterer aus ersterem, ist aus dem Vergleich unserer Figuren leicht ersichtlich.

Fig. 278. *Palmatopteris furcata* (Brongn.) Pot. *A* Exemplar in 1/2 der nat. Gr. — *B* Schema des Aufbaues zu dem Exemplar *A*. *A*—*A* ist die Hauptwedelspindel. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

f) Der Aufbau des Exemplares Fig. 278 von *Palmatopteris furcata* ist dadurch bemerkenswert, als die unterste, mit 1 bezeichnete Fieder der Hauptspindel *A*—*A* diplotmematisch gegliedert ist, die Fiedern 2 bis 7 zeigen ebenfalls durch den allmählichen Übergang die Entstehung ihrer Verzweigungen aus Gabeln, aber die katadromen Zweige sind schon abwärts gedrückt und machen so den weiteren Wedelaufbau allmählich zu einem fiederig-katadromen. Da diese katadromen Gabelzweige durch die Größe, die sie zunächst noch besitzen, leicht darunter stehende Spreitenteile verdecken, so wird es deshalb und vielleicht auch aus Gründen des Gleichgewichts von Vorteil für die Pflanze, wenn diese Zweige kleiner werden.

Fig. 279. *Gleichenia*- (*Pluckeneti*-) Aufbau von *Pecopteris Pluckenetii*. (Nach Sterzel.)

g) Der *Pluckenetii*-Aufbau, Fig. 279, ist derjenige von *Gleichenia*, wo über denselben nachzulesen ist; er ist also durch »Adventivsprosse« in den Gabelwinkeln gekennzeichnet. Beispiele: *Pecopteris Pluckenetii*, *Palmatopteris geniculata* (Stur) Pot.

h) Eine große Zahl von sonst gefiederten Wedeln zeigen nur an ihrem Gipfel noch eine Gabelung oder gelegentlich auch an einer Seidenfieder; diese Wedel sind es, bei

denen ein hin- und herpendeln zwischen Fiederung und Gabelung besonders auffällig ist. Beispiele hierüber werden unter Nr. 3 gegeben.

3. »Decursive« Fiedern, d. h. Fiedern letzter, resp. vorletzter Ordnung an den Spindeln zwischen den Fiedern vorletzter, resp. drittletzter O. sind im Vergleich zu dem seltenen Vorkommen dieser Erscheinung bei recenten Arten bei den paläozoischen häufig. Fig. 280—282. Diese Eigentümlichkeit deutet klar auf die Entstehung auch der Hauptachsen aus Gabelzweigen (*a* Fig. 282) hin. Bei der Arbeitsteilung, die durch allmähliche Ausbildung einer Hauptspindel als Hauptträger und Hauptleitbahn im Gegensatz zu den zu Seitenträgern und Nebenleitbahnen werdenden Gabelzweigen eintritt, verschwinden die nicht mehr geteilten, resp. weniger als die anderen geteilten Hauptspindelfiederchen bei Arten, die

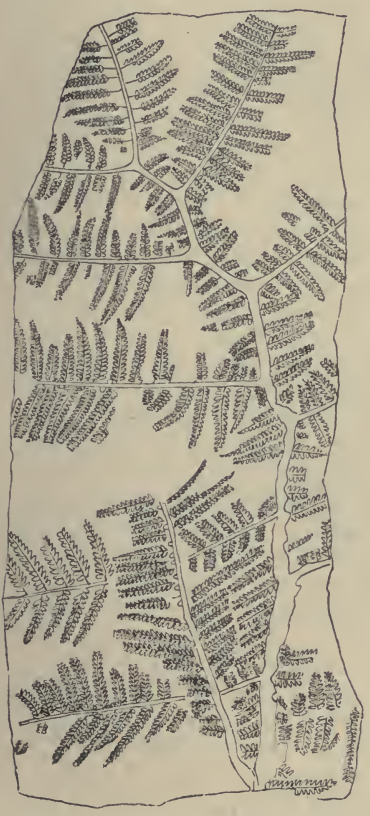


Fig. 280. *Callipteridium pteridium* in $^1/_{10}$ der nat. Gr. (Nach Zeiller.)

Fig. 281. *Eremopteris artemisiaefolia* (Brongn.) Schimper. *a*, *b* u. *c* übergipfelte Gabelungen. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

schon in der Entwickelung ihrer Wedel rein fiederige Verzweigung erreicht haben; nur sehr selten kommt es heute als Erinnerung an die Phylogenesis des fiederigen Aufbaues noch vor, dass die Fiedern letzter Ordnung noch an der Hauptspindel bemerkbar werden, wie bei den recenten *Decursivae*, z. B. *Nephrodium decursive-pinnatum* (vergl. Natürl. Pflanzenfam. I, 4 p. 170). Unsere Figuren 280—282 bieten Beispiele mit solchen einfachen oder einmal-gefiederten decursiven Fiedern. Die Entstehung der Fiedern aus ursprünglichen Gabelästen ist namentlich bei Arten mit »decursiven« Fiedern — auch dann, wenn der fertige Zustand nur deutliche Fiederung zeigt — daraus zu schließen,

dass die Fiedern 1. Ordnung noch besonders lang sind, wie das die *b*-Fiedern des Exemplares Fig. 282 zeigen.

4. Die paläozoischen Wedel zeigen (Fig. 283) häufig die Erscheinung, dass die basalste, nach abwärts gerichtete, also katadrome Fieder jeder Spindel 2. Ordnung verhältnismäßig groß ist (*Ovopteris-*, *Palmatopteris-* und andere Arten). Es bilden diese großen katadromen Fiedern ein Übergangsglied zur reinen Fiederung. Sie sind beiseite geworfene, übergipfelte, ursprüngliche Gabeläste, die noch im Verhältnis zu den übrigen zu Fiedern gewordenen Gabelästen höherer Ordnung bemerkenswert groß geblieben sind.

5. ist darauf hinzuweisen, dass die paläozoischen Wedel überwiegend katadromen im Gegensatz zu den recenten mit sehr oft anadromem Aufbau zeigen (vergl. Natürl. Pflanzenfam. I 4, S. 55), während in den Zwischenperioden die Zunahme zu dem letzteren bemerkbar

Fig. 282. *Callipteris conferta* (*praelongata*) in 1/2 der nat. Gr. Die correspondierenden Zahlen 1a und 1b, 2a und 2b u. s. w. geben die Schwester-Gabeläste an. (Nach Göppert.)

ist, d. h. also, es pflegen bei den ältesten und älteren fossilen Farnen die der Basis des Wedels zugekehrten Fiedern die ersten in der Reihenfolge derselben und auch die geförderten zu sein, resp. die 1., 3., 5. u. s. w. Fiederader entspringt aus der der Basis des Wedels zugekehrten Seite, die 2., 4., 6. u. s. w. aus der anderen Seite, während es also bei den recenten Wedeln oft umgekehrt ist.

Bei dem allgemeinen Streben der grünen, assimilierenden Organe und Organteile nach der Lichtquelle, mit einem anderen Wort der Neigung derselben zum Heliotropismus, wird man von vornherein annehmen können, dass gefiederte Blätter oder Wedel, die in ihrer Jugend, wie das in der That bei jungen, noch eingerollten Farnwedeln zu sein pflegt, ± senkrecht stehen, anadrom aufgebaut sein werden. Denn denken wir uns einen mehrfach-gefiederten Wedel, so wird die 1. Fieder 2. Ordnung (und erst bei den F. 2. O.

kommt doch zur Entscheidung, ob Anadromie oder Katadromie vorliegt), wegen des Heliotropismus der spreitigen Teile nach oben hin gewendet sein, also anadromer Aufbau entstehen. Dieser Aufbau ist demnach der physiologisch gebotene, und in der That folgt ihm denn auch, wie gesagt, eine große Zahl der heutigen Wedel. Im Gegensatz hierzu sind nun die fossilen, namentlich paläozoischen Wedel katadrom aufgebaut, und auch unter den heutigen Farnen, zeigen noch eine große Artenzahl diesen selben Aufbau. Betrachten wir das Gabelzweigsystem Fig. 284 *A*, und nehmen wir an, der Gabelast 2a werde von seinem Schwesterast 2b übergipfelt (Fig. 284 *B*), so geraten die Tochteräste von 2a, nämlich 3a u. 3b in ganz verschiedene Lagen zum Lichte, indem 3b günstiger situiert ist und infolgedessen gefördert werden wird; daraus folgt, dass dieser Ast 3b seinen Schwesterast 3a übergipfeln wird, und wir haben katadromen Aufbau: Fig. 284 *C*. Dieser Fall ist so ausgezeichnet, wie er nur verlangt werden kann, in dem Exemplar von *Palmatopteris* Fig. 278 realisiert. Wir sehen also, dass gerade wegen des Heliotropismus bei Fiederverzweigungen, die unmittelbar aus Gabelsystemen hervorgehen, sich der katadrome Aufbau von selbst ergiebt. Sobald aber der durchweg fiederige Aufbau erreicht ist und sich viele Generationen hindurch hat festigen können, wird der dauernd wirkende heliotropische Reiz die Vererbungstendenz des durch die Herkunft aus der Gabelung sich erklärenden katadromen Aufbaues

Fig. 283. *Ovopteris Lescuriana* aus dem Rotliegenden Nordamerikas. 1 Spindel 1. Ordnung; 2 Spindel 2. Ordnung, diese mit auffallend großen Basalfiedern. (Nach Fontaine und White.)

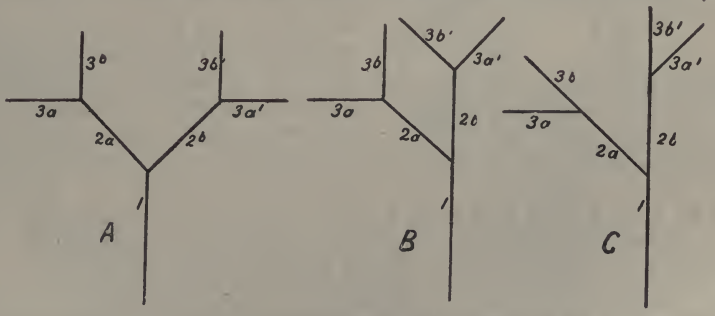


Fig. 284. Schemata zur Erläuterung der Entstehung der katadromen Fiederung aus der Gabelung.

allmählich auszulöschen trachten, und wir erhalten immer zahlreicher den anadromen Aufbau, wie er heute in der That so reich vertreten ist.

6. ist in Berücksichtigung des Gesetzes, dass embryonale Zustände Erinnerungen an die Vorfahren bewahren, auch die Thatsache zu erwähnen, dass die Primärblätter der recenten *Filices* echt-gabelig geteilt und aufgebaut sind (vergl. I 4, S. 2, Fig. 1).

7. muss daran erinnert werden, dass bei recenten Farnen mit (im fertigen Zustande) durchweg gefiederten Wedeln, auch bei Erreichung der idealen Endform derselben, nämlich bei typischen eiförmigen Wedeln, Abnormitäten mit Gabelungen nach dem Hoeninghausi-Aufbau bemerkenswert häufig sind; eine Erscheinung, die man in unserem Zusammenhange wohl als Atavismus auffassen darf.

8. belegt die Entwickelungsgeschichte bei recenten Eufilicineen noch vielfach dadurch die angegebene morphogenetische Herkunft der Fiederverzweigungen, als im fertigen Zustande gefiederte Organe (Sprosssysteme, Wedel und Adern) entwickelungsgeschichtlich aus echten Gabelungen hervorgehen (vergl. z. B. Natürl. Pflanzenfam. I 4, S. 54, 65: 3. Absatz, 144, 427). Solms sagt ferner in Zustimmung zu meiner Theorie (Bot. Ztg. vom 1. I. 1898, S. 8), er glaube »in seiner Abhandlung über *Psilotum triquetrum* eine lebende Pflanze kennen gelehrt zu haben, bei der ein derartiger Entwickelungsvorgang noch nicht fixiert, noch stets im Fluss begriffen sei«.

Die »Gattungen« der spreitigen Trophophyllreste.

I. Archaeopterides.

Fiedern (resp. Elemente) letzter Ordnung der Wedel im ganzen sphenopteridisch, d. h. im allgemeinen nach dem Grunde zu verschmälert; in denselben keine Mittelader, sondern viele oder doch mehrere engstehende, feine, parallele, resp. gemäß der Fiederchenform auseinanderstrahlende, gegabelte Adern. — Charakteristisch besonders für Devon (1. Flora) und Culm (2. Flora), aber auch noch in der Flora 3, selten in Flora 4.

1. **Adiantites** Göpp. (zum Teil), (*Aneimites* Dawson), Fig. 285. — Fiedern letzter Ordnung verkehrt-eiförmig-elliptisch, spatelförmig oder keilförmig. Wedel mehrfach-, meist locker-gefiedert. — Es ist nicht immer leicht, *A.* von *Sphenopteris* zu unterscheiden. Ist eine ebenfalls gleichmäßige, aber lockere Aderung vorhanden, so stellt man die Arten zu *Sphenopteris*, bei der in typischen Formen die Fiedern letzter Ordnung eine mehr oder minder deutliche Mittelader besitzen, die aber z. B. als schwache Einsenkung am Grunde der Fiedern letzter Ordnung bei *A.* ebenfalls wenigstens angedeutet sein kann. Meist sind die Fiedern letzter Ordnung von *A.* scharf individualisiert, während dieselben bei den *A.*-ähnlichen Sphenopteriden gern durchweg zu mehreren zusammentreten; auch das kommt aber andeutungsweise z. B. ebenfalls bei *A. oblongifolius* vor, wo die mehr grundständigen F. l. O. zu zweien zusammentreten.

Fig. 285. *Adiantites oblongifolius* Göpp. Aus dem unteren produktiven Carbon. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

Flora 1 bis 6, besonders in Flora 3 und auch 4. Der Typus der F. l. O. kommt bis heute vor, namentlich bei *Aneimia* (vgl. Natürl. Pflanzenfam. I 4 S. 370 Fig. 198 *B*), daher auch *Aneimidium* Schimper 1869, nach Fiedern aus dem Wealden.

2. **Triphyllopteris** Schimper (verändert). — Wie *Adiantites*, aber F. l. O., die im Durchschnitt größer als bei *Ad.* sind, bis 3 lappig. Es ist wohl möglich, dass die von Schimper zugerechneten fertilen Reste, die sich im Culm der oberen Vogesen zusammen, wenn auch nicht in organischer Verbindung mit den sterilen Resten fanden, in der That zu letzteren gehören, da auch Dawson (1873, Taf. VII) *T.*-ähnliche Fiedern zusammen mit entsprechenden fertilen Resten im Untercarbon von New-Brunswick gefunden hat: sehr sparrig kurz-verzweigte Achsen; vor den Enden derselben liegen kugelige Gebilde (Soren oder Sporangien?), ähnlich wie die Sporangien vor den Fiederchenenden von

Hymenophyllites (Natürl. Pflanzenfam. I 4 S. 112). — Die »Gattung« *T.* ist vielleicht später besser mit der nächsten zu vereinigen.

Culm.

3. **Sphenopteridium** Schimper, Fig. 273, 274. — F. l. O., resp. die letzten Teile ungleich, zur Lappung neigend, ± keilförmig, zu meist breit- oder schmal-linealen bis lanzettlich oder eiförmig-linealen F. vorletzter O. zusammentretend, die gewöhnlich die F. l. O. sind.

1. (Devon) — 3. Flora.

4. **Archaeopteris** Daws. (*Palaeopteris* Schimper 1869, non Gein. 1855). Fig. 286. — Die F. l. O. gleichen denen von *Adiantites*, sind aber viel größer; sie sind eiförmig-ellip-

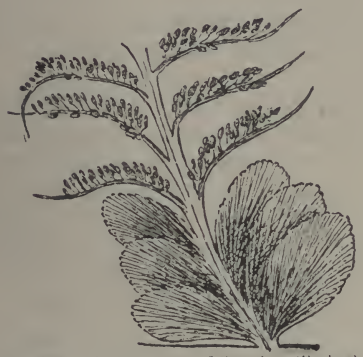


Fig. 286. *Archaeopteris hibernica* (Forbes) Dawson. Wedelstück mit sterilen (unten) und fertilen (oben) Fiederchen. (Nach Schimper.)

Fig. 287. *Cardiopteris polymorpha* (Göpp.) Schimper, aus dem unteren produktiven Carbon. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpalãontologie.)

Fig. 288. *Rhacopteris paniculifera* Stur, aus dem Culm-Dachschiefer von Altendorf, etwas verkleinert. (Nach Stur.)

tisch und bilden lang-lineal-lanzettliche Fiedern vorletzter Ordnung. Sofern die fertilen Teile keinen Unterschied von denen der typischen *A.*-Arten aufweisen, werden auch Formen hier untergebracht, bei denen die sterilen Fiedern l. O. tief-zerschlitzt sich in feine Lacinien auflösen. — Soweit fertile Reste bekannt geworden sind, haben sie stets

den Fig. 286 angegebenen Habitus gezeigt: die fertilen Wedelteile, F. l. O., tragen gestielte, büschelig-stehende, längliche Körperchen: wohl Sporangien. Die fertilen F. l. O. befinden sich im unteren Teil des Gesamtwedels in der unteren oder mittleren Region der F. vorletzter O.; sie bestehen aus einem stielrunden Träger ohne jede spreitige Ausbildung, welcher einseitswendig die Büschel trägt; der Träger kann an der Spitze wie eine *Vicia*-Blattranke verzweigt sein. Zuweilen sitzen (nach Kidston) auch »Sporangien« am Vorderrande noch spreitiger Fiedern letzter Ordnung. Die Sporangien scheinen ringlos zu sein; dies in Verbindung mit einem Fund Kidston's (1888), der an der Basis eines Wedels ein Stipelnpaar beobachtete, erzeugt die Vermutung, dass es sich in *Archaeopteris* um eine *Marattiaceae*-Gattung handeln könnte (vergl. Natürl. Pflanzenfam. I 4, S. 429).

Flora 1 (Ober-Devon).

5. **Cardiopteris** Schimper. (Fig. 287). — Fiedern letzter Ordnung wie bei *Cyclopteris* bis schwach-gestreckt, etwas breiter ansitzend. Blattadern sich am Grunde niemals zu einer einzigen Ader vereinigend. Bisher nur einmal-gefiederte Stücke gefunden.

Flora 2 und 3, auch 1.

6. **Rhacopteris** Schimper. Fig. 288. — F. l. O. groß, die vollentwickelten stets mindestens über 1 cm lang, meist tief-gelappt, geteilt bis zerschlitzt, oft auffallend unsymmetrisch, aber untereinander dadurch gleich gestaltet, dass die katadromen Seiten der Fiedern letzter Ordnung gern ± gerade abgeschnitten erscheinen. F. vorl. O. (resp. bei nur einmal-gefiederten Bruchstücken natürlich diese) lineal. Es sind zweifach-gefiederte Reste mit nackten Hauptspindeln bekannt. — Die fertil bekannte *Rhacopteris paniculifera* Stur, Fig. 288, hat den Habitus der *Ophioglossaceae* oder besser von *Osmunda* dadurch, dass die fertilen Wedelstücke am Gipfel ihre kleinen kugeligen Sporangien tragen wie die letztgenannte Gattung. Der fertile Teil ist zunächst wiederholt-gegabelt, die Gabelzweige mit Zweigbüscheln besetzt. Näheres über die Sporangien ist nicht bekannt.

Flora 2—6, namentlich in den unteren Horizonten des Carbon.

II. Sphenopterides.

Fiedern letzter Ordnung klein oder schmal, am Grunde meist keilförmig bis eingeschnürt. Aderung gewöhnlich fiederig, also mit mehr oder minder deutlicher Mittelader.

Bei einer Anzahl Arten der Sphenopteriden weichen die grundständigen Fiederchen an den Spindeln zweiter Ordnung in ihrer Gestaltung wesentlich von den übrigen Fiederchen ab. Man nennt die ersteren anomale oder abnorme, die anderen normale Fiederchen. Bei gewissen *Sphenopteris*-Arten sind oft die nach der Wedelspitze hin gerichteten grundständigen Fiederchen (die »anadromen« Fiedern) abnorm gebaut, bei anderen Arten — namentlich der Gattung *Ovopteris* wohl stets — sind es die nach der Wedelbasis hin gewendeten (die »katadromen« Fiedern).

Charakteristisch besonders für das mittlere produktive Carbon, nach unten und oben allmählich seltener.

1. **Rhodea** Presl 1838 (zum Teil) (non *Rohdea* Roth 1821 et non *Rhodia* Bell 1835). Fig. 275. — Fiedern letzter Ordnung, resp. Lappen durchaus lineal, meist schmal, einaderig, die Adern sehr oft nicht bemerkbar. Wedelelemente fiederig angeordnet oder fiederig-gabelig. Der Rhodeatypus ist gefunden im Zusammenhang mit *Calymmotheca*, Fig. 257, *Sphyropteris*, Fig. 249, *Acrocarpus*, *Hymenophyllites*, Fig. 76.

Silur bis produktives Carbon und höher; besonders Flora 2 (Culm) und 3.

2. **Palmatopteris** Pot. Fig. 278. — F. l. O., resp. die letzten Teilchen gegabelt-palmat (fächerig) zusammentretend, meist schmal-lanzettlich, einaderig. Schon bei *Rhodea* ist das gelegentliche palmate Zusammentreten der letzten Elemente zu beobachten, dadurch findet gern eine Verschmälerung an der Basis derselben statt, wodurch der Charakter für *P.* herauskommt; die beiden »Gattungen« sind dadurch nicht immer leicht auseinanderzuhalten. Man kann zwei Gruppen von Arten unterscheiden: a) Die letzten Teile und Fiedern mehr sparrig stehend und die Fächer schief-eiförmige Fiedern bildend (Typus: *P.*

furcata, Fig. 278). Durch Zeiller (1899) in einer Art fertil bekannt geworden. Er beschreibt einen Rest, der an gewisse *Calymmotheca*-Reste erinnert: 3—4 mm lange und ca. 0,6 mm breite Körperchen von lanzettlicher Form, die in eine Spitze ausgehen und zu 8—12, wie die Blumen eines Bouketts an einem gemeinschaftlichen Stiel sitzen, untereinander eine Strecke weit verwachsen sind. b) Die letzten Teile mehr aneinandergedrängt und Wedel aus regelmäßigeren eiförmigen Fiedern gebildet. Zu dieser Gruppe gehört die Gattung *Acrostichopteris* Fontaine 1889, S. 106 aus der Potomac-Formation und dem Wealden: Wedelreste mit meist eiförmigen Fiedern, denen fiederig-palmat gegliederte Stücke ansitzen; an der Basis der eiförmigen Fiedern können Sporangien oder Sori nicht näher eruierbaren Baues sitzen, und zwar je ein solches nach abwärts gerichtetes (katadromes) Gebilde oder außerdem auch noch ein anadromes.

Besonders Flora 5, aber auch später.

3. **Sphenopteris** Brongn. (2. Teil und verändert) 1828, S. 50. Fig. 289. — F. l. O. im ganzen kreisförmig, mit gefiederter bis palmat-gabeliger Aderung; so wenigstens bei den typischen Arten (*Eusphenopteris* Weiss 1869, S. 46 als Subgenus, non Schimper 1890, S. 107) der aus sehr heterogenen Formen zusammengesetzten »Gattung«. Wedelaufbau durchweg fiederig oder Hoeninghausi-Gliederung; es kommt auch der diplotmematische und wohl auch der Aufbau von *Callipteridium pteridium* (Fig. 280) vor. Alles was sonst nicht bei den anderen »Gattungen« unterzubringen ist und wenigstens das sphenopteridische Ansitzen (mit verschmälerter Basis) der F. l. O. und die sphenopteridische Aderung aufweist, wird zu *Sph.* gethan; jedoch werden gewöhnlich die Reste des Typus *Sphenopteris* vom Mesozoicum ab in besondere »Gattungen« gebracht.

Fig. 289. *Sphenopteris obtusiloba* Brongn.

Ursprünglich, beziehungswesie von diesen und jenen Autoren wurden auch die »Gattungen« *Rhodea*, *Palmatopteris*, *Alloiopteris*, *Mariopteris*, *Ovopteris*, *Eremopteris* u. a. zu *Sphenopteris* gestellt, deren Abtrennung jedoch sowohl aus organographischen als auch geologischen Rücksichten geboten ist; es ist zweifellos, dass eine weitere Zerspaltung von *Sphen.* nötig, eine Revision und damit verbundene Aufsuchung bequemer Unterscheidungsmerkmale dringend geboten ist.

Fertile Reste zu *Renaultia*, *Sphyropteris*, *Polytheca*, *Crossotheca*, *Kidstonia*, wohl auch *p-Botryopteris* u. a. gehörend; bei *Sphenopteris elegans* Brongn. der Flora 3, mit palmat zusammentretenden F. l. O., resp. Lappen, die aber im Unterschied von *Palmatopteris* mehr keilförmig sind, und bei anderen *Sphenopteris*-Arten an den Enden dieser letzten Teile gelegentlich wie bei *Adiantum* oder allenfalls auch *Cheilanthes* (daher *Cheilanthites* Göpp.) sorusförmige Gebilde.

Ganz besonders Flora 5, sonst in allen Floren (z. B. Jura).

4. **Comptoniopteris** Saporta (1890 und 1894, S. 42) erweitert. — Sap. beschreibt Wedelreste mit sphenopteridisch-pecopteridisch ansitzenden kleinen letzten Fiedern, deren Adern sich aber zu Maschen verbinden. Die typisch sphenopteridisch ansitzenden Reste, wie bei der *Sphenopteris obtusiloba*, Fig. 289, mit solcher Aderung rechnet Sap. zu *Sphenopteris*. Seine Figuren nötigen aber meines Erachtens, diese und seine *C.*-Reste »generisch« zusammenzuziehen. Saporta's Gattung *Phlebomeris* 1894, S. 167 zeigt Fiedern wie *C.* in seinem Sinne, aber vorwiegend solche, die sphenopteridisch-neuropteridisch sind, ohne dass dies jedoch — da auch die F. l. O. der *C.*-Reste in S.'s Sinn eiförmige Gestalt haben können — einen genügend scharfen Unterschied von den letzteren ausmachte. Der vollständigst erhaltene Rest (*Phlebomeris*) zeigt einen Wedelaufbau wie die *Matoniaceae*, nur dass die Fiedern, welche den Fächer zusammensetzen, vollständig getrennte und, wie gesagt, im ganzen sphenopteridisch ansitzende Fiedern tragen und die Fortsetzung der Hauptachse (Wedelstiel) sich nach einer Strecke noch einmal in drei

Fiedern vorletzter Ordnung auflöst, etwa wie eine *Gleichenia*, deren Gabelwinkelknospe zur Entwickelung gelangt ist.

Jurassich-cretaceïsches Mesozoicum Portugals (z. B. Kreide: Turon, Albien).

5. **Alloiopteris** Pot. Lief. 1897 (in 1899) S. 138. (= *Aloiopteris* Pot. 1893/94, *Heteropteris* Pot. non Jussieu, non Fée et non Brongn.-Zeiller). Fig. 290, 291. — F. l. O. oft auffallend unsymmetrisch, pecopteridisch oder durch basale Einschnürung am Vorderrande mehr sphenopteridisch ansitzend oder in dieser Beziehung ganz sphenopteridisch. Die Unsymmetrie kommt z. B. dadurch zustande, dass der Hinterrand jedes Fiederchens mehr gerade ist oder an der Spitze doch nur wenige Zähne bis Lappen trägt, resp. überhaupt nur geringfügig gezähnelt bis gekerbelt oder gelappt ist, während der Vorderrand gebogen und von oben bis unten oder fast bis unten gezähnelt oder gekerbt oder gelappt ist. Auch die sphenopteridische Aderung ist bei den asymmetrischen Formen auffallend unsymmetrisch; die Hauptader liegt dann mehr parallel dem Hinterrande des Fiederchens und diesem genähert, sie entsendet nach dem Vorderrande einfache oder gegabelte

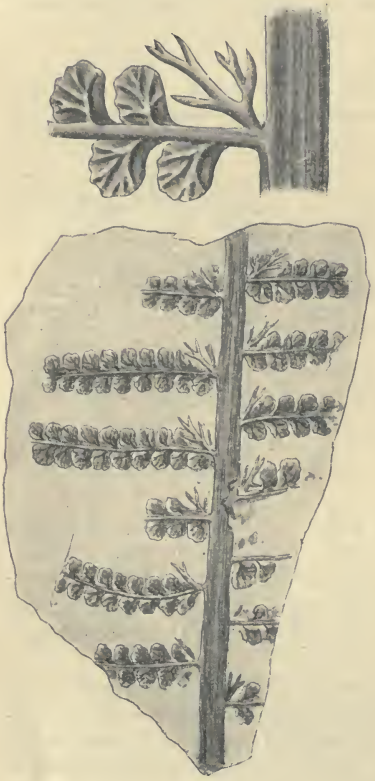


Fig. 290. *Alloiopteris Essinghii* (Andrä) Pot. 7. Flötz der Rubengrube bei Neurode in Niederschlesien. (Original.)

Fig. 291. *Alloiopteris quercifolia* (Göpp.) Pot. Rechts ein normales und ein abnormes Fiederchen in 3/1. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

Aderchen in die Zähne u. s. w., in den Hinterrand weniger. Die F. l. O. im ganzen alle untereinander gleich groß, stehen dicht aneinander gedrängt, verwachsen bei manchen Arten ziemlich weit mit einander und bilden lineale, oft lang-lineale, »peitschenförmige« F. vorl. O. Bemerkenswert sind die bei einer Anzahl Arten constatierten anomalen anadromen Fiederchen am Grunde der Fiedern vorletzter und drittletzter Ordnung.

Die Arten zerfallen in 2 Gruppen: die 1. erinnert hinsichtlich der Gestaltung der F. l. O. an gewisse eichenblatt-fiederige *Sphenopteris*-Arten (so an *S. Bäumleri*), Fig. 291, die 2. entspricht der angegebenen Diagnose. — Die Sporophylle der 1. Gruppe gehören zu *Corynepteris*, die der 2. nach Zeiller 1883 (Fructif. de fougères du terr. houill. p. 203 ff.) sehr wahrscheinlich ebenfalls.

6. **Ovopteris** Pot. Fig. 283 u. 292. — Die *O.*-Arten zeichnen sich alle aus durch im ganzen pecopteridisch bis sphenopteridisch ansitzende, eiförmige bis ei-kreisförmige,

dabei gezähnelte, gesägte bis gekerbte, selten ganzrandige oder fast ganzrandige F. l. O., die oft am Grunde oder ziemlich weit miteinander verbunden sind, und durch im ganzen eiförmige, länglich-eiförmige bis länglich-lineal-eiförmige F. v. O., die einen einheitlich deutlich abgegrenzten Complex bilden, unter denen bei einer Anzahl Arten solche von »anomaler« Gestalt vorkommen, welche, nach abwärts gerichtet, am Grunde der Spindeln vorletzter O. sich finden. Diese »anomalen« Fiederchen sind oft größer als die

Fig. 292. *Ovopteris karwinensis* (Stur) Pot. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

Fig. 293. *Mariopteris muricata* (Schloth.) Zeiller. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

ihnen entsprechenden »normalen« und dabei ± von der Gestalt der letzteren abweichend bis stärker zerteilt, Fig. 283, oder sogar zerschlitzt. Bei der in Fig. 292 veranschaulichten Art sind die anomalen Fiedern sehr abweichend von den normalen gestaltet und überdies kleiner. Zuweilen kommen, wie es scheint, auch (*Ov. Brongniartii*) nach aufwärts gerichtete Adventivfiedern wie bei *Pecopteris* vor. Aufbau streng-fiederisch und regelmäßig. — Fertile Reste zu *Discopteris*, *Renaultia* und *Hymenophyllites*.

Besonders im Rotliegenden, aber auch im oberen und mittleren prod. Carbon, sogar in Flora 2, also nach oben hin an Artenzahl zunehmend. Auch noch im Jura z. B. charakteristisch vorhanden, wie der Rest »*Sphenopteris Pellati*« Saporta (1873 Taf. XXXI Fig. 1) zeigt, der sogar noch die Andeutung einer Formabweichung der den anomalen F. entsprechenden F. von den anderen aufweist.

7. **Stenopteris** Saporta. — Sehr *Rhodea*-ähnliche, durchaus (doppelt-) und gern gegenständig-gefiederte Wedelstücke mit bis 3 mm breiten, langen F. l. O., die hier und da schwach-lanzettlich sind, namentlich dann, wenn die Fiederchen auf ihrer anadromen Seite nach der Spitze derselben hin gerichtete große, stumpfe Zähne besitzen, die den Eindruck unentwickelt gebliebener Fiederchen machen. Im letzten Falle mehrere fast parallele Adern, sonst einaderig.

Jura (Kimmeridge).

8. **Pachypteris** Brongn. 1828, S. 49. — F. v. O. lang, zwei Zeilen F. l. O. tragend, diese klein, eiförmig bis schief-eiförmig, mit einer einfachen (?) oder verzweigten Ader, die oft unsichtbar ist. Die anadrome Seite der letzten Fiederchen zuweilen mit

einigen Zähnen (*Loxopteris* Pomel ex parte (nämlich excl. der carbonischen Reste) 1849, S. 336, *Scleropteris* Saporta) wie bei *Stenopteris*. Pomel's Gattung *Stachypteris*, 1849, S. 336, besitzt an den Enden der F. v. O. fertile Teile, äußerlich ähnlich denen von *Lygodium*, andere Reste jedoch (vergl. Heer, 1876) mit Sori, die hinsichtlich ihrer Stellung mehr an *Dicksonia* erinnern.

Jura.

9. **Eremopteris** Schimper ex parte. Fig. 281. — Hierher diejenigen Reste, die hinsichtlich ihrer Aderung und Form der letzten Teile zwischen *Sphenopteridium* und *Callipteris* stehen. Callipteridium-Hoeninghausi-Aufbau.

Produktives Carbon: *E. artemisiifolia* (Brongn.) Schimper mit lanzettlichen letzten Teilen. — Rotliegendes: *E. disticha* (Kutorga) Pot. 1899 S. 379 (= *Schizeites* Gümbel 1860 S. 101, auf der Tafel als *Olfersites* bezeichnet) mit F. l. O. wie bei einer sehr großfiederigen *Rhodea* aber mit Paralleladerung, ± wie bei *Palmatopteris* zusammentretend, so dass die F. l. O an *Baiera*-Blätter erinnern.

10. **Mariopteris** Zeiller. Fig. 265 u. 293. — F. l. O. sphenopteridisch, meist aber pecopteridisch ansitzend und alethopteridisch geadert, so dass diese Gattung auch, wie dies Zeiller (1900, S. 93) thut, zu den Pecopteriden gestellt werden kann. Die F. l. O. gewöhnlich größer als bei *Sphenopteris* und im ganzen dreieckig, mehr oder minder gelappt bis geteilt oder auch zerschlitzt. Die Mittelader ist gewöhnlich deutlich und geht bis fast in die Spitze der Fiederchen, neben ihr können kleine Adern entspringen. Über die »mariopteridische« Wedelgliederung vergl. weiter vorn S. 483*e*, über rankenf. Bildungen S. 477. — Fertile Stücke nicht bekannt.

Vorwiegend in der oberen Partie der Flora 4 und häufig in Flora 5, in den Floren 6 u. 7 weniger häufig. Im Mesozoicum (Wealden) noch ganz mariopteridische Reste hinsichtlich der Gestalt der F. l. O. vorhanden: (»*Neuropteris Huttoni*« Dunker 1846 p. 9).

III. Pecopterides.

F. l. O. breit-ansitzend, bei den typischen Arten niemals eingeschnürt, bei anderen die basalen Fiedern mariopteridisch-sphenopteridisch. — Im Paläozoicum besonders für das obere produktive Carbon und das Rotliegende charakteristisch, nach unten seltener werdend, sonst bis heute.

A. **Eupecopterides**: F. l. O. mit Mittelader, von der Seitenadern ausgehen.

1. **Pecopteris** Brongn. zum Teil 1828, S. 54, incl. *Sciadipteris* Sternberg 1838, S. 117, *Pseudopecopteris* Lesq. 1880. (Göppert's Gattungen *Cyatheites*, *Aspidites*, *Glockeria* u. a. enthalten wesentlich *Pecopteris*-Arten). Fig. 272 und 294. — F. l. O. in ihrer ganzen Breite ansitzend, mit fiederig-verzweigter Mittelader, und zwar sind die Seitenadern entweder einfach (Untergenus *Aplophlebis* Brongn. 1849, S. 25) oder verzweigt (Untergenus *Dicrophlebis* Brongn.). Bei einigen Arten des erstgenannten Untergenus wie *P. unita* Brongn. (erweitert) verschmelzen die spitzenständigen F. l. O. seitlich miteinander, so dass diese dann langgestreckte Fiedern zusammensetzen, die am Rande grobgekerbt sind. Vor der Kenntnis, dass es sich in solchen Resten nur um Teile typischer *Pecopteris*-Wedel

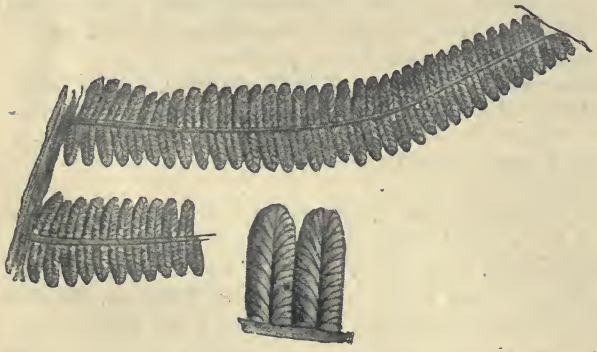


Fig. 294. *Pecopteris arborescens* (Schloth. erweitert) Brongn. Unten zwei Fiedern letzt. Ordn. vergrößert. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

handelt, brachte man sie in eine besondere Gattung, *Diplazites* Göpp., *Desmophlebis* Brongn. 1849, S. 23, oder stellte sie zu *Goniopteris* Presl 1836 (vergl. Natürl. Pflanzenfam. I, 4 S. 177). Zu demselben Typus, jedoch ohne dass hier echt-pecopteridische F. l. O. bekannt wären, gehören *Bernoullia* Heer aus dem Keuper und *Goniopterites* Brongn. 1849 S. 23 aus dem Tertiär. Manche Arten besitzen auf den Hauptspindeln Adventivfiedern, Fig. 272. Diese oft getrennt von den Wedeln sich findenden Bildungen stehen in der Gegend der Ansatzstellen der F. l. O. an der Hauptspindel und sind nach aufwärts gerichtet; es sind verhältnismäßig große, unregelmäßige, zerschlitzte, geteilte oder gelappte, spreitige Gebilde, die in ihrer Form gänzlich von der Form der sonstigen F. l. O. abweichen; sie bedecken oft die Hauptspindeln vollständig. Die *P.*-Arten haben meist durchweg fiederigen Aufbau der Wedel, vergl. jedoch S. 484 das über den Pluckeneti-Aufbau der *Pec. Pluckeneti* Gesagte. Eine Art (*Pec. Sterzeli*) in organischem Zusammenhang mit *Caulopteris* (s. S. 505) gefunden. — Fertile Reste gehören zu *Asterotheca*, *Scolecopteris*, *Ptychocarpus*, *Danaeites*, *Dactylotheca*, *Crossotheca*, *Senftenbergia*, *Oligocarpia*, *Dicksoniites*. Zu welchem Typus fertiler Reste Göppert's Gattung *Steffensia* (1836) gehört, ist nach seinem Rest, der pecopteridische Fiederchen mit sehr locker stehenden kreisförmigen Sori am Rande zeigt, ganz unklar.

Ganz besonders charakteristisch für das obere produktive Carbon und Rotliegende, nicht so häufig im mittleren produktiven Carbon. Sonst durch das Mesozoicum bis heute, wenn man auch für die nach dem Paläozoicum vorhandenen Reste andere Namen zu gebrauchen pflegt, so *Acrostichites* Göpp. (1836, Keuper, Rhät, Jura) mit größeren Pecopterisfiedern, die in fertilem Zustande unterseits ganz mit Sporangien bedeckt sind, *Cladophlebis* Brongn. (Tabl. 1849, S. 25) besonders durch katadrome Öhrchenbildung an den F. l. O. bemerkenswert, vielfach ähnlich den recenten Aspidineen (*Asplenium* [*Pecopteris*] *whitbyense*, Natürl. Pflanzenfam. I 4, S. 245 gehört z. B. hierher), *Merianopteris* Heer (1877, Keuper) mit ausgezeichnet-typischer Pecopteris-Aderung, *Lepidopteris* Schimper, stark überall spreuschuppig, Aderung freilich unklar (Keuper und Rhät), *Mertensides* Fontaine 1883, S. 35 mit äußerlich Asterotheca-ähnlichen Soren (älteres Mesozoicum Virginiens), *Gonatosurus* Racib. 1894, S. 30 mit einer Sorusstellung, die sehr an die von Cyatheaceen erinnert (Jura), *Leckenbya* Seward 1895, S. 225 mit kleinen, zwar pecopteridischen F. l. O., deren Aderung aber schlecht erhalten ist (Wealden), *Benizia* Deb. et Ett. 1857, S. 216, dickaderige Reste, auf den Seitenadern hier und da Sorusandeutungen (Unter-Senon), *Bonaventurea* Deb. et Ett. 1857, S. 203 mit geschlängelten Adern und gewelltem Rand der Fiederchen, in der Mitte auf einigen der Seitenadern Sori mit tetraëdrischen Sporen (Unter-Senon).

2. **Parapecopteris** Grand' Eury, B. h. du Gard 1890 p. 288. — *P.* enthält diejenigen Arten mit pecopteridischer Aderung, deren F. l. O. hinsichtlich ihrer Anheftung durch eine Einschnürung an der Basis, doch so dass noch immer ein beträchtlicher Teil der bis lineal-elliptischen F. l. O. mit der Spindel verwachsen ist, einen Übergang zu den typischen *Neuropteris*-Fiedern bilden, deren Habitus sie besitzen. Mittelader lang und deutlich. — Fertile Reste, die dazu gehören (vergl. l. c. 1890 T. V Fig. 3) sind größer als die sterilen und tragen unterseits zahlreiche, die ganze Fläche bekleidende schüppchenförmige Bildungen, die umgelegte spitze Kapseln sind, welche doppelreihig auf den Seitenadern stehen und »wie bei *Danaea* miteinander verbunden« sind.

Produktives Carbon.

3. **Aspleniopteris** Fontaine 1889 p. 117. — Lang-lanzettlich-fiederige Wedelreste. F. l. O. stumpflappig, mit starker Mittelader, von der schiefaufwärts je eine verzweigte Seitenader in die Lappen geht. Die letzteren tragen auf ihrer anadromen Seite bei den fertilen Resten, wo sie sich mehr individualisieren, je einen länglichen Sorus. Die Lappen an den unteren Wedelteilen so tief geteilt, dass sie pecopteridische Fiedern genannt werden können. Wir hätten also hinsichtlich des Verhaltens der letzten Spreitenteile dieselbe Erscheinung wie bei den *Pecopteris*-Arten mit »*Diplazites*«-Fiedern.

»Wealden« (Potomac-Formation).

4. **Zamiopsis** Fontaine 1889 p. 160. — F. l. O. (aus der Mitte der Wedel) 3eckig, gesägt, zu lang-eiförmigen F. v. O. zusammentretend, von deren starker Mittelader, wie bei *Thinnfeldia* Adern in die F. l. O. abgehen. Nach oben hin im Wedel verwachsen die

F. l. O. immer mehr, so dssa wir lang-eiförmige, sphenopteridisch-ansitzende, grobgezähnte F. l. O. erhalten.

Potomac-Formation.

5. **Thinnfeldia** Ettingsh. (*Kirchneria* F. Braun). Fig. 295. — Wie *Alethopteris* mit meist langen und herablaufenden Fiedern letzter Ordnung. Mittelader, wenn unterscheidbar, gewöhnlich fast oder ganz von derselben Stärke, wie die gegabelten, sehr spitzwinkelig abgehenden Seitenadern, am Grunde, wenigstens bei den typischen Arten stark herablaufend und aus dem herablaufenden Stück Adern absendend, die dadurch bei flüchtiger Untersuchung leicht den Eindruck machen, als kämen sie aus der Spindel. Bei fehlender Mittelader alle Adern von einem gemeinsamen Fußstück ausgehend. Bis 2mal gefiederte Stücke bekannt von dem Aufbau von *Callipteris*. — Raciborski 1894 rechnet Reste mit pecopteridischer Aderung und sehr dicker Mittelader in den F. l. O. hierher, deren Unterseite einige strahlig-gebaute Sori (Sporangien unbekannt) trägt. Siehe auch S. 512 unter *Acrocarpus*.

Fig. 295. *Thinnfeldia odontopteroides* (Morris) O. Feistm. Unten 2 Fiedern letzt. Ordn. in 2/1. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

Jura.

6. **Pteridoleimma** Deb. et Ett. 1857. — F. l. O. langgestreckt wie die typischen *Alethopteris*-Arten, gern gesägt. — Auf den Seitenadern gelegentlich Andeutungen von Sori, in 2 lockeren Zeilen auf den F. l. O.

Unt. Senon.

B. **Alethopterides:** Mittelader ± deutlich entwickelt, aber stets vorhanden, neben derselben Adern aus der Spindel heraustretend.

7. **Alethopteris** Sternb. (zum Teil) (incl. *Crepidopteris* Sternb. zum Teil). Fig. 296. — Fiedern letzter O. meist lang-gestreckt, an ihrem Grunde herablaufend und hier parallel der starken Haupt- (Mittel-)Ader Äderchen aus der Spindel aufnehmend. Basale F. l. O. zuweilen echt-neuropteridisch (*A. decurrens*). Zuweilen sind einzelne der F. l. und v. (*A. Davreuxi*) O. am Gipfel gegabelt, was wohl meist ebenso als eine atavistische Erscheinung aufzufassen ist, wie bei den recenten Wedeln (vergl. S. 488). Mehrfach-gefiederte, große Wedel. — Zeiller 1900 p. 56 bildet ein von ihm hierher gerechnetes Stück (»*Al. Serli*«) einer F. l. O. ab, das oberseits Granulationen zeigt, die vielleicht Sporangien oder Soren der Unterseite entsprechen; diese Granulationen bilden je ein Band rechts und links von der Mittelader. Andererseits ist zu bemerken, dass gewisse Reste von *A.* Ähnlichkeiten mit Resten aufweisen, die wir hinten bei den *Cycadofilices* besprechen.

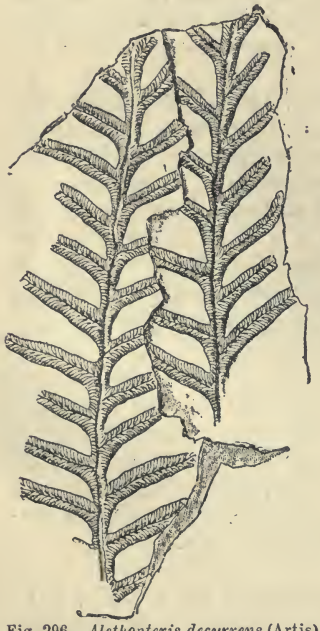


Fig. 296. *Alethopteris decurrens* (Artis) Zeiller. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

Besonders im produktiven Carbon, sonst bis zum Mesozoicum wie im Keuper (*Onocleites* Fr. Jäger 1827, die Alet.-ähnlich ist) und in der Kreide. (Pot., Naturw. Wochens. 1897 S. 119).

8. **Protoblechnum** Lesquereux 1880 p. 188. — Wedel nur einmal-gefiedert, wie das z. B. bei *Blechnum*

(p. 245) üblich ist, sonst wie *Alethopteris*, aber die herablaufenden katadromen Fiederteile nur wie große Öhrchen vorgezogen und meist nicht die nächstunteren Fiedern wie bei *Al.* erreichend. Fiedern schwach-sichelförmig, allmählich verschmälert.

Prod. Carbon von Ohio.

9. **Callipteridium** Weiss Fig. 280 und 297. — F. l. O. wie *Pecopteris*, aber neben der Mittelader kurze Äderchen heraustretend. Spindeln meist mit decursiven Fiederchen besetzt. Über die Wedelgliederung vergl. S. 485.

Besonders oberes prod. Carbon u. Rotliegendes.

10. **Lescuropteris** Schimper 1869. — Wie vorher, aber die gegabelt-verzweigte Mittelader nicht hervortretend, sondern ebenso fein wie die Seitenadern, demnach zwischen *Callipteridium* und *Odontopteris* stehend, sonst durchaus — auch hinsichtlich der decursiven Fiederchen — wie *Callipteridium*.

Productives Carbon.

Fig. 297. *Callipteridium pteridium* (Schloth.) Zeiller. Oben ein Teil letzter Ordnung vergrößert. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

11. **p-Callipteris***) (*Callipteris* Brongn. 1849 p. 24 non Bory 1804 I p. 282, vergl. Natürl. Pflanzenfam. I, 4 S. 228, *Hemitelites* Göpp. ex parte 1836, *Cyphopteris* Presl in Sternb. 1838 S. 121, *?Göppertia* Presl in Sternberg 1838 S. 121). Fig. 282 und 298. — Wie *Callipteridium*, aber die F. l. O. ± schwach-gelappt bis ganzrandig und oft nur wenige Seitenadern neben der meist schwächeren Mittelader. Alle

Fig. 298. *Callipteris conferta* (Sternb.) Brongn. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

*) Über die Bezeichnungen *p-Callipteris* und vorn p. 479 *p-Botryopteris* sowie weiter hinten *p-Odontopteris*, *p-Ctenopteris*, *p-Neuropteris*, *p-Cyclopteris* und *p-Taeniopteris* vgl. meine Äußerung in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift Bd. XV (1900) Nr. 27. Das vorgesetzte *p* soll die fossilen Reste von den gleichnamigen recenten Gattungen unterscheiden.

Teile mehr oder minder unregelmäßig, wie z. B. deutlich gemacht wird durch die kleineren F. l. O. der Fig. 298 an der linken unteren Fieder vorl. O., eingeschaltet zwischen größeren, und durch das Vorkommen von F. v. O. über solchen l. O. in derselben Figur links oben. Fiedern bei manchen Arten zu sphenopteridischer Anheftung neigend (*Sphenocallipteris* Zeiller 1898 p. 19), so bei *Callipteris germanica* aus dem Rotl. — *Callipteridium pteridium*-Aufbau, Fig. 280, oft durch schnelle Geradestreckung der Spindeln undeutlich, dann aber oft wenigstens noch der Wedelgipfel deutlich gegabelt, Fig. 298. — Sori unbekannt, aber an manchen Exemplaren von *C. conferta* der Rand nach unten hin umgebogen.

Wichtige Leitgattung für das Rotliegende (*C. conferta, C. Naumannii*), Zechstein (*C. Goeppertii*).

12. **Cycadopteris** Zigno non Schimper (*Lomatopteris* Schimper). — F. l. O. dick, mit einem Randwulst, Aderung wie bei *Callipteris* (oder wie bei *Pecopteris*?), aber die Adern bei manchen Resten auffallend dick, nur unterseits gut sichtbar. Endfiederchen der F. v. O. gern größer als die seitenständigen F. Spindeln mit decursiven F. Wedel bis 2fach-gefiedert. — Bei *C. Brauniana* Zigno aus dem Jura finden sich in einer Zeile dem Rande der F. l. O. folgend zwischen den Adern längliche Höhlungen, in denen Zeiller 1882 S. 226 Spaltöffnungen nachgewiesen hat; von anderen Exemplaren beschreibt derselbe Anzeichen von Sori in derselben Verteilung wie die genannten Organe.

Jura (auch Kreide).

13. **Anotopteris** Schimper. — Durchaus groß- und locker-fiederiges *Callipteridium* mit feiner Mittelader, jedoch ohne decursive Fiederchen.

Keuper.

C. **Odontopterides**: Ohne jede Mittelader, sondern lauter gleichwertige, ± parallele Adern in den F. l. O.

14. **p-Odontopteris** (*Odontopteris* Brongn. 1828 p. 60 non Bernh., vergl. Natürl. Pflanzenfam. I, 4 S. 363; *Weissites* Göpp. 1836 ist *O. osmundaeformis* (Schloth. verändert) Zeiller wohl mit Runzelgallen; *Xenopteris* und *Mixoneura* Weiss 1870 sind Untergattungen von *O.*). Fig. 299. — F. l. O. alle oder doch überwiegend pecopteridisch, aber ohne Hauptader, dafür viele, dichtgedrängte, parallele, gabelige Adern. Bei gewissen Arten die basalen F. l. O. neuropteridisch bis sogar cyclopteridisch, so bei *O. subcrenulata* u. a., und diese Fiederchen gern gelappt (*O. osmundiformis*). — Es sind Reste [mit *Hoeninghausi*- und unregelmäßigem Aufbau bekannt. Nach Grand' Eury würde *Cyclopteris scissa* Grand' Eury (pro var.) als Adventivfieder-Bildung von *O. minor* und *O. Reichiana* anzusehen sein. Einen sehr schön erhaltenen Wedel von *O. minor* bildet Zeiller 1900 S. 100 ab. Er zeigt *Hoeninghausi*-Aufbau, jedoch das Fußstück des Wedels besetzt mit franzigen, mehr dreieckig-cyclopteridischen Fiedern; die beiden Gabeläste tragen auf ihrer Innenseite einmal-gefiederte Fiedern, auf der Außenseite ebenfalls einmal-gefiederte, aber viel kürzere Fiedern abwechselnd mit solchen die 2mal-gefiedert sind. — Grand'Eury giebt 1877 p. 111 an den Enden der Adern eines *O.*-Restes, also am Rande der Fiederchen kleine, eiförmige »Soren« an, die eher an Wassergruben erinnern, jedoch werden sie als Synangien mit vier Längsrippen beschrieben, die in Querteile (Sporangien) zerfallen.

Fig. 299. *Odontopteris osmundaeformis* (Schloth. erweitert.) Zeiller.

Oberes produktives Carbon und Rotliegendes.

15. **p-Ctenopteris** (*Ctenopteris* Brongn. in Saporta 1873 p. 351, non Blume 1828, vergl. Natürl. Pflanzenfam. I, 4 S. 306, 308 und 309; *Cycadopteris* Schimper non

Zigno). — Wedel 2fach-gefiedert mit decursiven Fiedern. F. l. O. durchaus von dem Typus *Odontopteris*, d. h. pecopteridisch ansitzend und odontopteridisch aber lockerer geadert, scheinen aber von lederiger Consistenz. F. v. O. sehr an kleine *Zamia*-Wedel erinnernd.

Rhät und unterer Lias.

16. **Dichopteris** Zigno. — Wie vorher, aber nicht mit decursiven Fiedern und F. l. O. schiefeiförmig-elliptisch, daher am Grunde etwas eingezogen, aber doch breit-ansitzend. — Zweifach-gefiederte Wedel von *Hoeninghausii*-Aufbau bekannt. Zigno rechnet Reste hierher, deren Fiederchenunterseite dicht mit kreis- bis kugelförmigen Körpern (Sporangien?) bedeckt ist.

Lias.

D. **Lonchopterides**: Maschenadern.

17. **Lonchopteris** Brongn. zum Teil 1828 p. 59 (*Beinertia* Göpp., *Woodwardites* Göpp.) Fig. 300. — F. l. O. pecopteridisch bis alethopteridisch, aber netzaderig. 2mal gefiederte Reste bekannt.

Vorwiegend im mittl. prod. Carbon, aber auch Mesozoicum (so *Pseudodanaeopsis* Fontaine 1883 p. 58 mit langen, großen F. l. O. und starker Mittelader, siehe auch die nächste Gattung) bis heute.

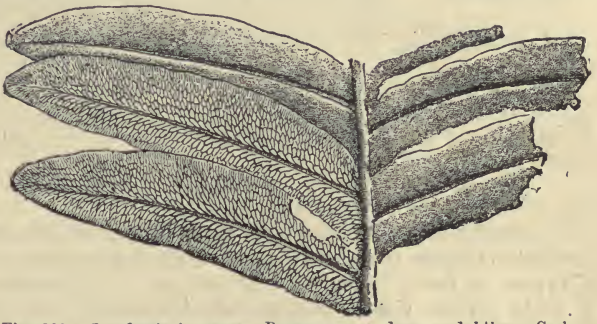


Fig. 300. *Lonchopteris rugosa* Brongn., aus dem produktiven Carbon. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

18. **Weichselia** Stiehler 1857 (*Lonchopteris* Brongn. ex parte). — Habitus durchaus der einer kleinfiederigen *Pecopteris* von dem Typus der *P. arborescens*, Fig. 294, auch das Ansitzen der Fiedern letzter Ordnung durchaus pecopteridisch jedoch Maschenaderung wie bei *Lonchopteris*.

Wealden, Neocom.

19. **Ctenis** Lindl. et Hutton (1833—1835). — Einmal-langgefiederte Reste von Cycadaceenwedel-Habitus, mit langgestreckten Maschenadern, ohne Mittelader. Nach Schenk und Racibors ki gelegentlich mit Sporangienabdrücken zwischen den Maschen.

Jura.

IV. **Neuropterides.**

F. l. O. beziehungsweise, wenn die Wedel ungeteilt sind, die Wedel selbst meist ± zungenförmig, am Grunde stark eingeschnürt bis herzförmig oder auffallend verschmälert. Aderung stets Parallelität zeigend.

A. Aderung nicht maschig.

1. **p-Neuropteris** (*Neuropteris* Brongn. 1828 p. 52 non Desv., vergl. Natürl. Pflanzenfam. I, 4 S. 215; *Lithosmunda* Lhwyd (= Luidius) 1699). Fig. 301. — Fiedern letzter Ordnung im ganzen breitlineal bis eiförmig, am Grunde stark eingeschnürt, so dass der Unterrand der Spreite im großen und ganzen parallel der dazu gehörigen Spindel verläuft, bis sogar herzförmig-eingebuchtet. Mittelader mit fiederig ihr ansitzenden gegabelten Äderchen. — Die Spindeln vorletzter und früherer Ordnungen oft außer mit normalen auch mit ± kreisförmigen, cyclopteridischen Fiederchen bekleidet, so z. B. bei *N. auriculata* und *gigantea* (vergl. z. B. v. Roehl 1868 T. 17). Wohl stets mehrfach-gefiedert, und zwar meist durchweg gefiedert, bei manchen Arten (*N. gigantea*) die Wedelspitze wie bei *Callipteris conferta* gegabelt, andere mit *Hoeninghausi*-Aufbau. Bei *N. heterophylla* das

Fußstück mit großen *Cyclopteris*-Fiedern, die beiden Gabeläste unregelmäßig-gefiedert und gelegentlich gegabelt. — Heer hat 1877 p. 20 an einem Rest unterseits auf den Fiederchen, in je einer Reihe zwischen Mittelnerv und Rand befindliche »ovale Flecken« bemerkt, die er für Sori hielt. Ebenso Fontaine und White 1880, in deren Falle aber die Reihen unregelmäßig verlaufen. Renault giebt bei einer Art Rinnen auf der Unterseite der Fiederchen, längs der Adern an. Kidston bildet 1889 einen Wedelrest ab, der sich in Gabelzweige auflöst, die an ihrer Spitze Sori (?) tragen.

Fig. 301. *Neuropteris flexuosa*, rechts ein Fiederchen erwas vergrößert.

Im Palaeozoicum, besonders mittleres produktives Carbon, aber sonst durch das Mesozoicum (z.B. *Osmundophyllum cretaceum* Velenowsky 1889) bis heute (z. B. *Osmunda*).

Viele Arten dieser »Gattung« haben enge Beziehungen zu den Pecopteriden (vgl. S. 495 *Parapecopteris*), das hat Veranlassung zu neuen Gattungen gegeben, die wir hier als Untergattungen behandeln. Es sind:

Neurodontopteris Pot. 1891/1893 S. 12 als Gattung (incl. *Neurocallipteris* Sterzel). Gipfelfiederchen odontopteridisch, aber mit Neigung zur Mitteladerbildung. Beispiele: *N. auriculata* u. *gleichenioides*.

Neuralethopteris Cremer als Gattung. Spitzenständige Fiedern letzter O. alethopteridisch. Die wichtigste Art ist *N. Schlehanii*.

Euneuropteris Schimper 1869 p. 432 ex parte umfasst die Arten mit durchweg typisch-neuropteridischen Fiedern; gelegentlich an den Hauptspindeln cyclopteridische F. Zerfällt in 2 Typen: 1. Reste, deren F. v. O. alle mit 2 Fiederchen am Gipfel enden (*N. gigantea*), 2. Reste mit nur einem Endfiederchen an jeder F. v. O. (*N. flexuosa*, Fig. 301).

2. **p-Cyclopteris** (*Cyclopteris* Brongn. erweitert 1828 p. 51 non Gray, vergl. Natürl. Pflanzenfam. I, 4 S. 163, incl. *Nephropteris* Brongn.). — F. l. O. kreisförmig, resp. sich der Kreisform nähernd, mit fächerig wie bei *Cardiopteris* (S. 490) von ihrer Ansatzstelle ausstrahlenden Adern, die aber lockerer stehen, seltener nur eine sich sofort an der Ursprungsstelle fächerig-gabelnde Ader. — Eine große Bedeutung hat diese »Gattung« für's Palaeozoicum nicht, die zum Teil dadurch an Umfang eingebüßt hat, dass sich manche von den meist einzeln erhaltenen Fiederchen als zu *Euneuropteris* (vergl. oben) gehörig erwiesen haben. Vergl. auch unter *p-Odontopteris* S. 498 und *Doleropteris* (hinten bei den *Cycadofilices*). Ganz einziehen lässt sich aber die Gattung nicht, da man teils die Zugehörigkeit aller Cyclopteriden nicht kennt, teils — wie *C. adiantopteris* Weiss-Pot. — die Arten wohl selbständig sind.

Fig. 302. *Taeniopteris jejunata* Gr. Eury, aus dem Rothliegenden. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

Namentlich mittl. prod. Carbon, aber sonst bis heute, z. B. auch im Mesozoicum, da *Dicranopteris* Schenk 1867 S. 145 non Bernh. aus dem Rhät vorläufig nicht anders unterzubringen ist.

3. **p-Taeniopteris** (*Taeniopteris* Brongn. 1828 p. 6 non Hooker, vergl. Natürl. Pflanzenfam. I, 4 S. 299; *Angiopteridium* und *Maratiopsis* Schimper 1869 S. 602 und 607). Fig. 302. — F. l. O. wie bei *Euneuropteris*, aber sehr langgestreckt mit oft nur keilförmig verschmälerter Basis, zuweilen auffallend gestielt. Es ist wahrscheinlich, dass die hier als F. l. O. angegebenen Teile bei manchen Arten die ganzen Wedel sind, so dass wir dann durchaus den Typus der recenten Gattung *Oleandra* (vergl. Natürl. Pflanzenfam. I, 4 S. 204 Fig. 109) hätten.

Vom oberen produktiven Carbon ab (im Palaeozoicum keine fertilen Reste bekannt); im

Mesozoicum häufig: *Marattia Münsteri* (S. 442) ist z. B. eine *T.* ebenso wie andere Marattiaceen des Mesozoicum; *Marattiopsis dentata* (Sternb.) Sch. ist vielleicht ein *Blechnum*; *Marantoidea* Fr. Jaeger 1827 im Keuper, wo *Taeniopteris*-Reste häufig sind. Gewöhnlich sind die Tänioptеriden des Mesozoicum besonders großfiederig (*Macrotaeniopteris* Schimper).

4. **Oleandridium** Schimper 1869. — Durchaus wie *Taeniopteris*, aber die Spreiten von einer Randader umzogen (und so auch an die recente *Oleandra* erinnernd p. 203, bei der die Adern am Rande oft anastomosieren), auf die die von der Mittelader abgehenden, teils einfachen, teils gegabelten Seitenadern senkrecht aufstoßen.

Rhät, Jura bis heute.

Einmal-gefiederte Reste mit durchaus täniopteridischen Fiedern, die einen Randwulst besitzen, beschreibt Newberry 1873 p. 378 unter dem Namen *Neriopteris* aus dem prod. Carbon Ohios.

5. **Lesleya** Lesq. 1879 (= *Cannophyllites* Brongn. 1828 p. 130, vergl. Zeiller 1888 p. 284). — Große, im Gegensatz zu den ± linealen *Taeniopteris*-Fiedern elliptische, ganze oder in Lappen eingerissene, spitz endende Spreiten. Von der starken Mittelader gehen dicht gedrängte, gegabelte und schräg-aufwärts verlaufende Adern aus.

Prod. Carbon. — Mehr lineale u. elliptisch-lineale, sehr stumpfe Blätter (resp. F. l. O.), die Gr. Eury (Gard 1890 p. 305 unter *Lesleya* aus dem prod. Carbon angiebt, haben ganz einfache *L. simplicinervis* Gr.) oder einmal am Grunde gegabelte (*L. angusta* Gr.) und dann einfache Seitenadern; diese Reste sind also in Form und Aderung recht abweichend von den Lesquereux'schen. — Mehr zungenförmig-elliptische Blättchen mit noch schräger aufwärts verlaufenden Seitenadern zeigt Fischer's (1840) *Neuropteris salicifolia* aus dem Perm Russlands.

6. **Palaeovittaria** O. Feistm. 1876. — Zungenf. Wedel, resp. große Blättchen, die am Gipfel zuweilen einen Einschnitt haben, so dass sie hier in zwei Lappen zerfallen. Mittelader höchstens am Grunde angedeutet, sonst lauter gleiche, gegabelte, parallelfächrig, sehr steil aufwärts verlaufende Adern.

Der Trias entsprechende Abt. der *Glossopteris*-Facies Indiens.

Sehr ähnliche, aber nach dem Autor ganz mitteladerlose und lanzettl. Blätter oder Blättchen beschreibt Schmalhausen 1879 S. 80 unter den Namen *Zamiopteris* aus dem Jura von der unteren Tunguska.

7. **Nilssonia** Brongn. 1825 (*Asplenіopteris* Sternb. ex parte 1825 p. XXI; *Taeniophyllum* Pomel 1849 S. 345). — Große Blätter vom Habitus von *Taeniopteris*, die ganz sein oder sich in ungleichgroße Fiederstücke zerteilen können. Diese Stücke sind parallel der Aderung gefaltet und erscheinen dadurch fein erhaben gestreift; zwischen diesen Streifen je eine Ader, die Adern wie die typischen *Taeniopteris*-Arten, d. h. sie treffen senkrecht auf den Rand, so dass die Fiederstücke nicht wie bei *Lesleya* schräg-aufwärts gerichtet sind, sondern rechtwinkelig zur Hauptader stehen. Man stellt sie zu den *Cycadaceae*. Schenk jedoch (zuletzt 1888 p. 41) giebt unterseits zwischen den Adern je eine gerade Reihe von Sori an. Wegen der »regelmäßigen, constanten Stellung« derselben widerspricht er der (auch wieder von Zeiller 1900 p. 238—239 geteilten) Auffassung, die diese »Sori« für Pilze erklärt. Die Blätter sprechen sonst freilich mehr für ihre Zugehörigkeit zu den Cycadaceen.

Rhät, auch Jura und unterste Kreide.

8. **Megalopteris** Dawson 1871 S. 51 als Untergattung, non Schenk 1883 S. 238. — Reste, die zwischen *p-Taeniopteris* und *Alethopteris* stehen. An *Taeniopteris* durch die am Grunde gern etwas schmäleren Fiedern erinnernd, gelegentlich sogar der anadrome Basisrand der Fiedern nicht bis zur Spindel reichend, sondern schon vorher, wie bei *T.*, bogig auf die Hauptader laufend, so bei *Orthogoniopteris* Andrews (1875, S. 419), so genannt wegen der ganz senkrecht zur Hauptader und zum Fiederrand stehenden Seitenadern; ferner sind die Fiedern gewöhnlich mehr lanzettlich, was bei *Alethopteris* nur gelegentlich hervortritt. An letztgenannte Gattung schließt sich *M.* durch den herablaufenden katadromen Rand der Fiedern, in den auch Äderchen aus der Spindel eintreten. *M.* ist oft unregelmäßiger aufgebaut als *Al.*: Lesquereux bildet (1879, T. XXIV, Fig. 2) einen fußförmig- (fächerig-) fiederigen Wedel ab.

Namentlich altpaläozoische Schichten Nordamerikas.

Auch im Mesozoicum ist dieser Typus vorhanden, so gehört der fertile Typus *Danaeopsis* (*marantacea*) (vgl. Natürl. Pflanzenfam. I, 4 p. 444) hierher, weshalb Feistmantel (1882 S. 25) schöne sterile Reste aus dem middle Gondwana Indiens, das der Trias bis zum Rhät gleichgesetzt wird, als *Danaeopsis* beschreibt: sie zeigen Hoeninghausi-Aufbau, sind aber nur einmal-gefiedert, in der Nähe der Gabel die Fiedern mehr neuropteristisch, dann durchaus megalopteridisch.

9. **Neuropteridium** Schimper (erw., 1896 als Subgenus). — Wedel im Gegensatz zu *Neuropteris* nur einfach-gefiedert, äußerlich daher von Cycadaceen-Blatt-Habitus; Gestalt der Fiedern wie die bei typischen *Neuropteris*-Arten; die Fiedern decken sich gern ± imbricat; aus der Rhachis treten in die Fiedern mehrere Adern, von denen eine mittlere zur Hauptader wird, welche in fiederiger Anordnung sehr spitzwinkelig abgehende, mehrfach-gegabelte Seitenadern trägt. Es sind knollenförmige Stammreste bekannt, denen die Wedel noch ansitzen, so dass an diesen Exemplaren der *Cycadaceen*-Habitus noch auffallender ist. Als fertile Wedelteile dürften die unter dem Namen *Scolopendrites* Göpp. 1836 (= *Reussia* Presl in Sternberg 1838, *Crematopteris* Schimper 1844) beschriebenen Reste hierher gehören; sie ähneln den beschriebenen sterilen, nur dass die unteren Fiedern der Wedel sich kahnförmig umgestaltet haben und auf der dadurch geschützten, nach der Ansatzstelle des Wedels hin gewendeten Innenfläche zahllose Körperchen (Sporangien?) tragen. Göppert hat diese fertilen Fiedern für langgestreckte Sori wie bei *Scolopendrium* angesehen und die Wedel für ungefiedert gehalten, daher sein Name *Scolopendrites*.

Wie beschrieben verhält sich *N. grandifolium* Schimper aus dem Buntsandstein.

Aus der unteren *Glossopteris*-Facies, dem unteren Gondwana Indiens, das dem Perm gleichgestellt wird, beschreibt Feistmantel 1876 S. 75 u. 1879 S. 10 eine andere Art: *Neuropteris valida*, die ich (Lehrb. 1899 S. 380 u. 1900 S. 12) wegen der durchaus callipteridischen Aderung zu *Callipteris* gestellt habe. Da diese Art jedoch nur einmal-gefiedert ist wie *N. grandifolium* muss sie bei *Neuropteridium* bleiben. Die Fiedern sind groß, die untersten mehr kreisförmig, die anderen eiförmig bis oblong, sehr stumpf-groß-lappig. Durch die breite aber doch deutlich eingezogene Basis an *Neuropteris* bis *Neurodontopteris* erinnernd; die durchweg callipteridische Aderung giebt also den Fiedern den Typus von *Sphenocallipteris*.

10. **Anomopteris** Brongn. 1828, S. 60. — Nach E. Weiss 1871: F. l. O. klein, 3 : 2 mm, sich gegenseitig über die Hälfte dachziegelig deckend. Form der Fiederchen etwa die von *Pecopteris arborescens*, Fig. 294, aber kürzer und, wie es scheint, mehr neuropteridisch ansitzend. Aderung wie *Callipteridium*. Von der Basis der Spindeln 2. O. (also der F. 1. O.) gehen radial zarte Linien aus (Abdrücke eines Haarbüschels?), die auf den Hauptachsen wie zarte Fächerchen erscheinen. Wedel doppelt-gefiedert. Bei der meist schlechten Erhaltung erscheinen die lang-linealen F. v. O. als diejenigen l. O. — Der Gipfel der ersteren fertil bekannt: F. l. O. mit mehreren Längsreihen kugeliger Körper, oft nur einer in der katadromen Ecke jedes Fiederchens markiert (oder vorhanden?).

Fig. 303. *Linopteris Brongniarti* (Gutb.) Pot. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

Buntsandstein.

B. Mit Maschenaderung.

11. **Linopteris** Presl 1838 (= *Dictyopteris* Gutbier 1835 non Lamouroux 1809 et non Presl, vergl. Natürl. Pflanzenfam. I, 4, S. 306). Fig. 303. — Wie *Euneuropteris*, auch hinsichtlich der cyclopteridischen Fiederchen, aber mit Netzaderung. — Zu einer äußerlich der *Neuropteris heterophylla* ähnlichen Art, der *L. Germari* aus dem ob. prod. Carbon u. Rotl., rechnet Zeiller 1888—1890 kahnförmig gefaltete lose Fiedern, die auf der Unterseite (Innenseite des Kahnes) lange, hängende, in Längszeilen angeordnete Kapseln zeigen, die den Autor an *Scolecopteris* erinnern.

Besonders Flora 5, aber auch 6—9.

12. **Glossopteris** Brongn., 1828, S. 54, ex parte (*Dictyopteridium* O. Feistm. 1882, S. 39) Fig. 304. — Wedel ungeteilt, gewöhnlich spatel- bis zungenförmig. Die unter-

irdischen Stengelteile (Rhizome), Fig. 305, sind die als *Vertebraria* Royle beschriebenen Dinge (vergl. S. 505), die nach Zeiller 1896 mit ebenfalls netzaderigen Schuppen besetzt waren, denen aber eine Mittelader zuweilen vollständig fehlt. — Wahrscheinlich fertile *Gl.*-Wedelreste zeigen rechts und links von der Hauptader in einigen Längszeilen angeordnete Marken, die wohl Soren ihren Ursprung verdanken (vergl. O. Feistmantel 1886 und Zeiller 1896).

In der den Indischen Ocean umgrenzenden »*Glossopteris*-Facies«, die unserem Perm bis zur Trias entspricht.

13. **Pseudosagenopteris** Pot. 1900 S. 503. — Sehr *Glossopteris*-ähnliche Reste beschreibt Fontaine 1889, S. 148, nur dass die vollständig erhaltenen Blätter der Hauptart (*P. elliptica*) durchaus lanzettlich und spitz sind und sich zwischen den Maschen auf der ganzen Fläche und unter Umständen je mehrere sorusförmige Körperchen befinden, die nur als Sori angesprochen werden können. Fontaine rechnet die Reste zu *Sagenopteris* Presl, jedoch besitzt die Gattung (vergl. Natürl. Pflanzenfam. I, 4 S. 421) in den vier Blättchen jedes Blattes keine Mittelader, und als Fortpflanzungsorgane gehören dazu wohl kapselförmige, an *Marsilia*-Sporen-Kapseln erinnernde Gebilde, die mit *Sag.* zusammen vorkommen, während die Blättchen selbst bisher keine sorusförmigen Bildungen gezeigt haben. Fig. 14, Taf. XXVII Fontaine's erinnert durch das Zusammentreffen von fünf (nicht vier!) Blättern auf einen Punkt (zwei derselben sind an der Basis nicht einmal erhalten) an *Sagenopteris*, jedoch handelt es sich wohl um büschelförmig zusammenstehende Blätter, wie das auch bei *Glossopteris* beobachtet und ebenfalls als *Sagenopteris*-Aufbau gedeutet worden ist (vergl. z. B. O. Feistmantel 1880, T. 41 *A*, Fig. 3 und 4).

Potomac-Formation.

Fig. 304. *Glossopteris Browniana* Brongn. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

14. **Gangamopteris** Mc'Coy. — Wie *Glossopteris*, aber meist viel größere Wedel, die mitteladerlos sind; die Adermaschen langgezogen und schmal.

Vorkommen wie *Glossopteris*, aber vorwiegend im unteren, dem Perm entsprechenden Teil der *Glossopteris*-Facies.

15. **Belemnopteris** O. Feistm. 1876 u. 1881, S. 112. — Blättchen (oder Wedel?) an der Basis rechts und links mit je einem großen vorgezogenen, dreieckigen Lappen, in jedem dieser Lappen ebensolche starke Mittelader wie in dem dreieckigen Hauptspreitenteil. Maschen ziemlich groß. Die Wedel erinnern also z. B. an die Fig. 143 *C*, S. 270 abgebildeten ungeteilten Wedel von *Doryopteris ludens*, nur dass bei *Bel.* die beiden in dem Blatt rechts der Figur nur schwach angedeuteten Lappen sehr stark vortreten.

In der der Trias entsprechenden Abt. der *Glossopteris*-Facies Indiens.

V. Aphlebien.

Mehr oder minder unregelmäßig-gelappte bis zerteilte oder geschlitzte, größere, oft adernlos (daher *Aphlebia*) erscheinende Blattreste, oft von ähnlicher Gestalt der Adventivfiedern z. B. der *Pecopteris*-Arten. Wenn auch viele, namentlich die kleinen »Arten« der »Gattung« *Aphlebia* Presl erweitert in Sternb. 1838 S. 112 (non Brunner v. Wattenwyl 1865) (*Rhacophyllum* Schimper 1869 S. 684) als solche Bildungen erkannt sind, ist die »Gattung« *p-Aphlebia* doch vorläufig nicht zu entbehren.

Stamm-, Stengelreste und Spindelorgane.

Bei der Unsicherheit der systematischen Zugehörigkeit der fossilen Farnstammreste mit ihren unter Umständen noch ansitzenden Wedelspindelstücken ist es nötig, auch diese gesondert zu betrachten, und da selbst Wedelspindelreste, deren Zugehörigkeit, wenn sie

allein vorkommen, oft ebenfalls unklar ist, Eigentümlichkeiten zeigen, die zu erwähnen sind, muss selbst diesen eine teilweise Sonderbetrachtung gewidmet werden.

A. Stammreste (*Cormopteris* Solms).

Allgemeines. Vergleichen wir die anatomischen Verhältnisse der fossilen mit denen der recenten Farnstämme, so ist vor allem das Vorkommen von ausgesprochenstem secundären Dickenwachstum bei den *Cycadofilices* (die am Schluss der Pteridophyten besprochen werden) zu betonen. Auch andere Unterschiede sind dem Anatomen auffällig. Hier sei nur noch hervorgehoben, dass ursprünglich ein Markkörper nicht oder doch nur andeutungsweise vorhanden war, wie bei den schon im älteren Palaeozoicum auftretenden Gattungen *Asteropteris* und *Asterochlaena*, bei *Mesoneuron lygodioides*, ferner bei *Psaronius* und *Selenochlaena*. Im produktiven Carbon treten Formen wie *Zygopteris* u. *Anachoropteris* mit schwachem Markkörper hinzu, aber erst vom Mesozoicum ab nimmt die Größe desselben zu wie die mesozoischen Typen *Protopteris*, *Rhizodendron* und *Knorripteris* und die tertiäre Gattung *Osmundites* zeigen. Umgekehrt nimmt dementsprechend die bei den ältesten Typen sehr mächtige Rinde allmählich an Dicke ab. Da die centrale Stellung der leitenden Elemente für das Leben im Wasser oder in der Erde spricht, die besprochenen fossilen Stämme jedoch sicherlich, wie z. B. die Tubicaulen (im weiteren Sinne) durch die allseitige Stellung der Blätter beweisen, keine Rhizome waren, sondern aufrecht in die Luft ragten, so darf die erwähnte Eigentümlichkeit zu der Annahme verwertet werden, dass die Farne ursprünglich von Wasserpflanzen abstammen oder doch wenigstens in ihren Vorfahren keine aufrechten Stämme besessen haben. Erst im Verlauf der Generationen hat sich der Stammbau den neuen mechanischen Anforderungen, welche das Leben als Baum stellt, angepasst. Die recenten großen Farnbäume haben denn auch alle ein mächtiges Mark, und die Skelettelemente sind hohlcylindrisch angeordnet. Den Übergang von dem centralen zu dem hohlcylindrischen Bau hinsichtlich der Anordnung der Leitbündel dürfte sich am besten aus der Annahme erklären, dass es sich in dem letzten Falle um »Pericaulom«-Bildungen handelt (vergl. H. Potonié, Lehrb. d. Pflanzenpaläontologie 1899 S. 246). Gerade die Eufilicineen führen u. a. zu dieser Annahme, denn bei diesen bleiben die unteren Stücke der Wedelstiele gern mehrere Centimeter lang nach dem Wedelabfall stehen. Ganz dicht gedrängt umgeben sie den Stamm, so dass man auf Querschnitten dieselben nur dadurch als nicht zum Stamm gehörig erkennt, dass sie eine besondere Contour besitzen und bei dem Schneiden von Scheiben auseinanderfallen. Eine seitliche Verwachsung der stehenbleibenden Blattstielstücke würde zur Bildung eines mächtigen, und zwar bei den recenten Arten dann secundären Pericauloms Veranlassung geben. Im Gegensatz zu dem phylogenetisch also aus verwachsenen Blattbasen entstandenen Pericaulom steht das ursprüngliche Urcaulom, das, als leitendes Organ funktionslos werdend, bei den Pericaulompflanzen schließlich nur noch mit dem Markkörper homologisiert werden kann.

a. Die Stammreste nach ihrer äußeren Tracht.

Stammreste, deren äußerer Habitus dem Botaniker schon genügt, um sie als zu den *Filicales* gehörig anzusehen, sind nicht selten. Wir betrachten zunächst ihr äußeres Aussehen, sodann ihre anatomische Struktur.

I. Rhizomopterides.

Als *Rhizomopteris* bezeichnet Schimper Farnrhizome; sie sind fossil selten. Von H. B. Geinitz 1855 und Lesquereux 1866 abgebildete Reste aus dem Obercarbon könnten stark-spreuschuppige Rhizomopteriden sein. Von Nathorst aus dem Rhät Schonens abgebildete (1878 und 1879) Reste sind wiederholt in derselben Fläche gegabelte, nackte Stücke, die auf der einen, also wohl auf der oberen Seite locker stehende Blattnarben mit

je einem durchaus hufeisenförmigen Leitbündelquerschnitt (Ⓒ) besitzen. In *Vertebraria* Royle (*Clasteria* J. D. Dana), Fig. 305, gegründet auf flachgedrückte Achsen permotriasischer Schichten der »Glossopterisfacies«, handelt es sich um Rhizome von *Glossopteris*. Auf dem Querbruch erinnern sie durch die mehr oder minder symmetrisch sternförmige Gestalt an die Rhizome von *Struthiopteris germanica*.

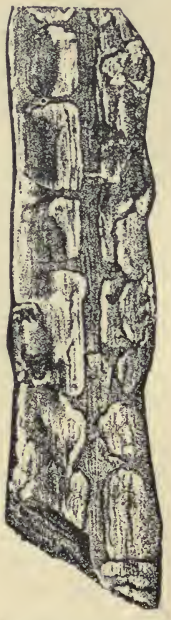


Fig. 305. *Vertebraria*. Kohlen-Aufschlüsse östl. des Nyassa in Deutsch-Ost-Afrika. (Nach Potonié.)

II. Caulopterides.

Caulopteriden sind Farnstämme nach Abfall der Wedel mit spiralig gestellten Blattnarben, resp. Blattstielbasen (Blattfüßen). Sie kommen vom Paläozoicum ab vor.

1. **Caulopteris** Lindley u. Hutton. — Als *C.* wurden Farnstämme beschrieben, die bei Erhaltung der epidermalen Oberfläche am Stamm spiralig, aber in deutlichen Längszeilen (bei *C. aliena* Zeiller nur vier Längszeilen) stehende Blattnarben zeigen, die meist höher als breit sind. Zuweilen sind die meist als Steinkerne mit kohligem Überzug erhaltenen Stämme noch mit den als kohlige streifige Außenrinde erhaltenen Luftwurzeln bedeckt (*Psaroniocaulon* Gr. d'Eury 1877 S. 89), deren Abgangsstellen sich als kreisnapfförmige, kleine Stellen auf der epidermalen Fläche kenntlich machen können. Die Narben Fig. 306 *C* oben links zeigen je ein großes, hufeisenförmiges (körperlich gedacht also rinnenförmiges), als dünne Linie parallel der Außencontur der Narbe verlaufendes Leitbündel, das oben offen ist und dessen Enden nach innen eingebogen sind (z. B. *C. Saportae* und *Fayoli* Zeiller, *C. cebennensis* [Gr. d' Eury]). In anderen Fällen, Fig. 306 *A, B, D* (*Stemmatopteris* Corda, *C. peltigera* Brongn., *C. patria* (Fig. 306 *D*) und *protopteroides* Gr. d' Eury, *C. endorrhiza* Gr. d' Eury) ist das Leitbündel oben geschlossen, das dann also eine Röhre darstellt und auf der Narbe ellipsen- bis kreisförmig erscheint; unterhalb des Gipfels, innerhalb dieses Außenbündels befindet sich dann ein mehr oder minder strich- bis W-förmig gestaltetes Innenbündel. Bei *C. varians*

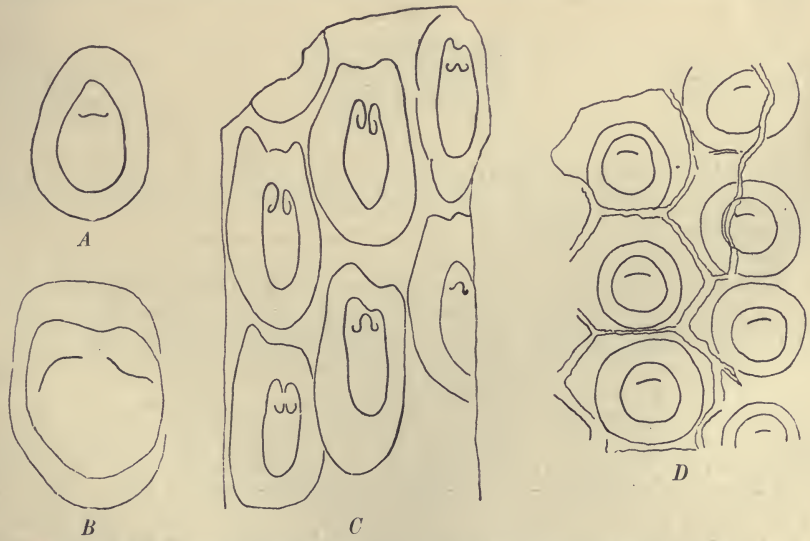


Fig. 306. *Caulopteris*-Narben und Stammoberflächen in 1/3 der nat. Gr. *A C. peltigera* Brongn. — *B C. aliena* Zeill. — *C C. varians* Zeill. — *D C. patria* Gr. Eury. (Nach Zeiller.)

Zeiller, Fig. 306 *C*, sind die Bündel der Narben einesteils hufeisenförmig, anderenteils nach dem Typus *Stemmatopteris* gestaltet. Aus dem Gesagten ist es leicht, sich die körperliche Gestaltung der Blattspuren zu rekonstruieren. Bei der schon genannten *C. aliena* sind innerhalb des auf der Narbe kreisförmigen Leitbündels die flach-V- bis strichförmigen Querschnitte von zwei kleineren zu bemerken (Fig. 306 *B*). — Bei Verlust des oft verkohlten Hautgewebes bleibt ein Steinkern (*Ptychopteris* Corda) zurück, bei dem, Fig. 307, elliptisch-eiförmige bis kreisförmige, narbenähnliche Stellen erscheinen, die jedoch nicht scharf begrenzt sind und unten eine nicht geschlossene Contur aufweisen. Zuweilen, wenn die Contur auch oben offen ist, verschmelzen diese Stellen der übereinander stehenden Male miteinander. Den Zusammenhang des *Ptychopteris*-Erhaltungszustandes mit *Caulopteris*, wie er hier beschrieben wurde, zeigt ein von Zeiller (1888) abgebildetes Exemplar von *C. endorrhiza*. — Der genannte Autor hat (Taf. 8) einen Stamm mit *Stemmatopteris*-Narben noch in Verbindung mit *Pecopteris*-Wedeln (*P. Sterzelii* Z.) bekannt gemacht.

Die geschilderte großnarbige »Gattung« *C.* kommt nur im Palaeozoicum vor.

2. **Palaeopteris** H. B. Gein. 1855 non Schimp. 1869. — Das einzige bekannte Exemplar zeigt ebenfalls in Schrägzeilen angeordnete, aber breitgezogene Blattnarben

Fig. 307. *Ptychopteris macrodiscus* (Brongn.) Corda in 1/3 der nat. Gr. (Nach Zeiller.)

Fig. 308. Blatt-Polster mit Narbe und Bündelquerschnitt von *Protopteris punctata* (Sternb.) Presl. (Nach Heer.)

Fig. 309. Eine Blattnarbe von *Alsophilina cyatheoides* (Ung.) Pot. in 1/3 der nat. Gr. (Nach Unger.)

mit unklaren Leitbündelquerschnitten; unter diesen Narben je eine annähernd kreisförmige, mit einer centralen Marke (Leitbündel?) versehene kleinere Narbe, die wohl von einer abgefallenen Wurzel gebildet ist.

Mittl. prod. Carbon.

3. **Protopteris** Sternberg. — Caulopteriden, deren hufeisenförmige Blattspur mit nach innen eingebogenen Enden im unteren Teil des Hufeisens eine mehr oder minder auffallende Einschnürung besitzt, Fig. 308. Auf den Blattnarben finden sich in einer dem Unterrand parallel laufenden Zeile zuweilen punktförmige Wurzelnarben. Die Blattnarbenform erinnert sehr an recente *Cyatheaceae*.

P. wird zweckmäßig schon deshalb von *Caulopteris* abgetrennt, weil die Gattung für die Kreideformation besonders bezeichnend ist; sie kommt aber auch im Wealden (*Pr. Witteana* Schenk) und, wenn man die *Anomopteris Schlechtendalii* Eichwald's hierher rechnen will, sogar schon im Rotliegenden vor. Letztere ist mit Blattfüßen besetzt, während sonst die *P.*-Exemplare gewöhnlich höchstens Polsterung der Oberfläche zeigen (vgl. weiter unten das unter *Tubicaulis* über ein *Prot.*-Exempl. Gesagte). Die *Anom. Schlecht.* besitzt auch mehr breit-hufeisenförmige Blattbündelquerschnitte mit nur angedeuteter Einschnürung.

4. **Tubicaulis** Cotta 1832. — Unter diesem und den Namen *Cottaea* Göppert 1836, *Sphalmopteris* Corda (Druckfehler? Jedenfalls richtiger *Sphallopteris* Eichwald 1860) und *Chelepteris* Corda 1845, *Thamnopteris* Brongn. 1849, *Anomorrhoea* und *Bathypteris* Eichwald 1860 und wohl auch *Desmia* Eichw. 1860 S. 100 (weitere Bezeichnungen unter *Tubicaulis* S. 509 ff.) sind vom Palaeozoicum ab Caulopteriden mit Blattfüssen genannt worden, wie wir unter 3. bereits ein Exemplar erwähnten, Caulopteriden also, bei denen die untersten Teile der Blattstiele nach dem Schwinden des Blattes, den Stamm bekleidend, stehen bleiben, wie unter vielen anderen z. B. bei unserem *Athyrium filix femina*, bei *Aspidium filix mas* und *Struthiopteris germanica*. Seltener sind sie so erhalten, wie das unter 3. beschriebene Exemplar Eichwald's, d. h. so, dass noch die Form der Blattspuren deutlich zu eruieren ist.

Tubicaulis rhomboidalis Kutorga aus dem Zechstein Russlands, *Caulopteris Voltzii* und *Lesangeana* Schimper und Mougeot aus dem Buntsandstein der Vogesen, *Chelepteris strongylopteris* Schenk aus dem Keuper Frankens u. a. haben einen durchaus hufeisenförmigen Bündelquerschnitt (8) in den Narben. Corda bildet ein typisches *Protopteris*-Exemplar ab, das jedoch im unteren Teil Blattfüße trägt.

5. **Alsophilina** Dormitzer. Fig. 309. — Hierher Reste aus der Kreideformation, deren Narben wie bei vielen *Cyatheaceae* (*Cyathea* und *Alsophila*) eine Anzahl punktförmiger Bündelquerschnitte aufweisen.

Als. Kaunitziana D. mit dichtgedrängten, sechseckigen Narben und *Als. cyatheoides* (Ung.) Pot. mit *Ptychopteris*-ähnlicher Oberflächen-Skulptur. — Schimper's *Cyatheopteris* aus dem Buntsandstein gründet sich auf einen Rest, dessen Bündelspuren zu undeutlich sind, um die Hierhergehörigkeit zu sichern.

6. **Oncopteris** Dormitzer, ebenfalls aus der Kreideformation, ist durch 2 V-förmige Bündel in liegender Stellung (<>) bemerkenswert, unter denen eine Reihe Punkte vorhanden sind, die sehr gut Wurzelbündelquerschnitte sein könnten.

7. **Knorripteris** Pot. — Ein verkieselter Stammrest aus dem Muschelkalk, der seine Zugehörigkeit zu den Farnen durch die noch verhältnismäßig gut eruierbare anatomische Struktur ergiebt, von der weiter hinten die Rede ist. Die *Knorria*-ähnliche Skulptur unseres Farnstämmchens unterscheidet sich von den Knorrien der Lepidophyten (s. daselbst) dadurch, dass bei dem Farn die *Knorria*-Wülste in einer Vertiefung sitzen, also deutlich aus dem Inneren des Stammes herauskommen.

III. Megaphyta.

Stammreste mit nur zwei gegenständigen Reihen von Blattnarben. *M.* kommen nur im Paläozoicum vor, und zwar besonders im Culm bis zum mittleren produktiven Carbon; es handelt sich also um alte Formen, um eine Blattstellung, wie sie seit undenklichen Zeiten bei aufrechten Bäumen nicht mehr üblich ist. Sie erklärt sich vielleicht aus der leicht zu begründenden Annahme, dass die ersten gliederbildenden Pflanzen nur in einer Ebene verzweigt waren. Eine solche Verzweigungsweise ist für aufrechte Stämme aus physiologischen und mechanischen Rücksichten, wie leicht ersichtlich, unzweckmäßig und ist daher auch heute bei solchen verschwunden.

Megaphyton Artis. — Blattnarben meist breit-elliptisch, Fig. 310, bis kreisförmig, bei dem unnötig als *Zippea* Corda abgetrennten Rest mehr dreieckig. Wo die Blattspuren deutlich sind, weichen sie in den wesentlichen Zügen nicht von denen bei *Caulopteris* ab, insofern als ebenfalls ein der Außencontur der Narbe als concentrische Linie folgendes Leitbündel, das aber gewöhnlich in der Mediane eine rinnenförmige Einbuchtung zeigt, vorhanden sein kann, und innerhalb dieses Außenbündels hier zwei ± V-förmige Innenbündel auftreten. So wenigstens ist es z. B. bei *M. Mac-Layi* Lesq. Bei *M. didymogramma* Gr. d' Eury werden die beiden V-förmigen Innenbündel von je einem seitlich zusammengedrückten Bündel vollständig umschlossen; man kann sich also hier die mediane Einbuchtung des Außenbündels bis auf die gegenüberliegende Seite desselben reichend

vorstellen, wodurch das Außenbündel in zwei getrennt wird. *M. anomalum* Gr. d' Eury ist nach dem Typus der *Caulopteris patria*, Fig. 306 *D*, gebaut, nur dass das strichförmige Innenbündel bei *M. anomalum* sehr breit-hufeisenförmig ist. Bei dem ähnlichen *M. Pelikani* O. Feistm. (1874 Taf. XXIII) ist das Hufeisen etwa normalbreit. Die Culm-Megaphyten-Steinkerne, denen die Haut fehlt, zeigen an Stelle der verschwundenen Blattnarbe je einen oft sehr langgestreckten knorrioiden (über »*Knorria*« vergl. bei den Lepidophytinen) Wulst, dessen vom Gipfel ausgehender Einschnitt nicht selten sehr weit reicht. Die S. 505 erwähnte *Caulopteris aliena* bildet insofern ein Mittelding zwischen *Megaphyton* und den übrigen *Caulopteris*-Arten, als sie eine nur vierzeilige Blattstellung und auf der Narbe innerhalb des geschlossenen Bündels ebenfalls zwei kleinere Bündel besitzt.

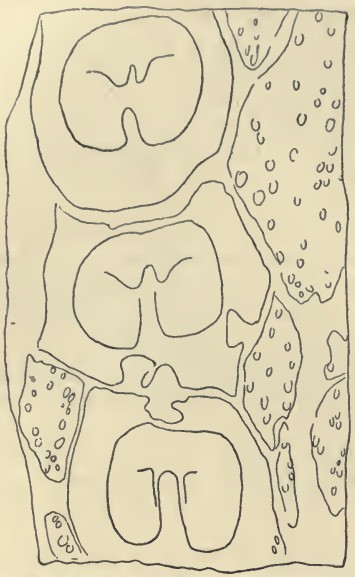


Fig. 310. *Megaphyton Mac-Layi* Lesq. in 1/3 der nat. Gr. (Nach Zeiller.)

b. Die Stammreste nach ihrem anatomischen Bau.

Ein besonderes botanisches Interesse beanspruchen die mit innerer Structur erhaltenen fossilen Farnstammexemplare, die in den folgenden 3 Abschnitten vorgeführt werden.

I. **Psaronius** Cotta erweitert.

Die Psaronien oder Staar- (verderbt aus Stern?) Steine sind meist verkieselte, jedenfalls echt-versteinerte große Stammreste, umgeben von Luftwurzeln, die nur sehr selten fehlen wie bei *Psaronius Giffordi* (Lesq.) [= *Caulopteris G.* Lesq.] aus dem Carbon von Illinois. Die Psaronien kommen vorwiegend im Rotliegenden vor. Figur 311 giebt den Anblick eines *Psaronius*-Querschliffstückes; wir erblicken den

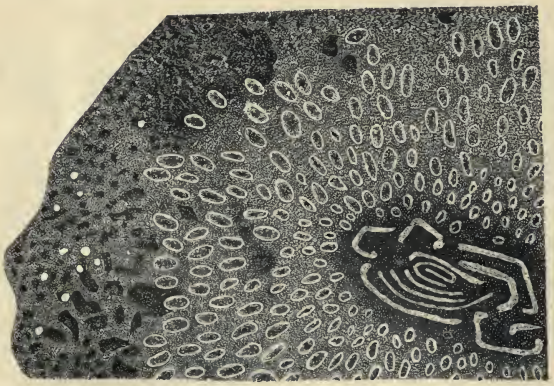
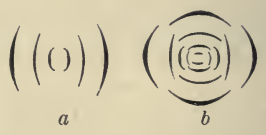


Fig. 311. *Psaronius Gutbieri* Corda. (Nach Corda.)



a *b*

Fig. 312.

Stamm, umgeben von den kreis-elliptischen Luftwurzelquerschliffen, die zunächst durch die Rinde verlaufen, dann nach außen tretend den Stamm einhüllen, dadurch an einen Querschnitt namentlich durch die Basis eines recenten *Cyatheaceae*-Stammes erinnernd. — Der Stamm der Ps. ist erfüllt von bandförmigen, concentrisch angeordneten Leitbündeln, die sehr dicht wie bei *Ps. infarctus* Unger oder etwas lockerer

gelagert sein können. Die Hydroïden sind Treppenhydroïden. Es können Skelettbänder im Stamm vorkommen, wie zwischen den locker gelagerten Leitbündeln von *Ps. bibractensis* Ren., gewöhnlich sind diese Bänder jedoch auf die Peripherie beschränkt. Das Grundparenchym ist dicht oder lacunös. Die Rinde wird von Wurzelanfängen durchsetzt, die gewöhnlich je ein centrales, sechs-, auch weniger- oder mehrstrahliges Bündel aufweisen. Die periphere Rindenpartie wuchs ausgiebig in die Dicke. Außen wird dieselbe von dem Geflecht der austretenden Wurzeln umhüllt, deren Parenchym ebenfalls dicht oder, wie bei Wasserpflanzen, lacunös (so bei *Ps. asterolithus* Corda, *Ps. bohemicus* C., *Ps. giganteus* C., *Ps. Haidingeri* Stenzel) sein kann. Die Beblätterung kann zweizeilig sein (so bei *Ps. carbonifer* Corda, *Ps. Gutbierii* C., *Ps. musaeformis* C., *Ps. scolecolithus* Unger, *Ps. Brongniarti* Zeiller, *Ps. Levyi* Z.), vierzeilig (*Ps. arenaceus* Corda, *Ps. brasiliensis* Brongn., *Ps. asterolithus* Cotta, *Ps. Demolei* Ren.) oder fünf- und mehrzeilig (hierher die meisten Arten, z. B. *Ps. Freieslebenii* Corda, *Ps. infarctus* Unger, *Ps. augustodunensis* U. u. s. w.). Im ersten Fall mit *Megaphyton*-Blattstellung bilden die Stammbündel auf dem Stammquerschliff nur eine quere Reihe, wie das Schema Fig. 312*a*, im zweiten Fall, der der *Caulopteris aliena* entsprechen würde, eine Disposition wie Fig. 312*b*, und im dritten Fall sind die Bündel unregelmäßig-concentrisch. Dass die Außenskulptur der Psaronien-Stämme nach Entfernung der Luftwurzeln diejenige von *Caulopteris* ist, lässt sich gelegentlich nachweisen. — Eine der Psaroniusstruktur ähnliche ist besonders für recente *Marattiaceae* charakteristisch, kommt aber auch bei *Cyatheaceae* und *Polypodiaceae* vor. Bei der Häufigkeit von Marattiaceen im Obercarbon und Rotliegenden ist die Zurechnung der Psaronien zu dieser Familie gut annehmbar. Es kommt hinzu, dass *Psaronius Weberi* Sterzel, wenn auch nicht in organischer Verbindung, so doch in auffälliger Zusammenlagerung mit *Pecopteris*-Resten gefunden wurde, deren Wedel, oft sehr groß und dadurch an Marattiaceenwedel erinnernd, überdies in fertilem Zustande Sori besitzen, die ihre Zugehörigkeit zu den Marattiaceen erweisen (vergl. S. 439 ff., 494).

II. Sehr **Cyatheaceen-Stamm-ähnliche Reste**

wurden in der Kreideformation gefunden. Wir sehen einen großen Markkörper, der von bandförmigen Leitbündeln umgeben wird und diese wieder von einer mächtigen Rinde. Bei »*Caulopteris*« *Brownii* Renault sind die von Skelettgewebescheiden eingeschlossenen Leitbündel auf dem Querschnitt wellig gebogen, und dasselbe aber schwächer ist der Fall bei *Protopteris Cottai* Corda (gefunden als Geschiebe im Diluvium). Auch bei *Pr. fibrosa* Stenzel ist die Wellung deutlich vorhanden, bei *Rhizodendron* (*Rhizopterodendron* Göpp. 1880) *Oppoliense* Göpp. 1865 jedoch nur angedeutet, ebenso ist es bei *Protopteris Witteana*.

III. **Stauden und staudenähnliche Formen.**

Eine beschränkte Zahl kleinerer Stämme, die beschrieben wurden, gehören wohl Stauden an oder doch Pflanzen, die Mitteldinge zwischen Stauden und kleinen Baumfarnen, wie unsere einheimische *Struthiopteris germanica* Hoffmann mit ihrem bis etwa 2 dm lang werdenden Stämmchen, gewesen sind. Andere »Stämmchen«-Stücke werden mehr zu windenden oder doch langgestreckten, dünnen Stengeln gehören, wie solche mit weitläufig ansitzenden Wedeln als verkohlte Exemplare zwischen Schichtungsflächen liegend (»Abdrucksexemplare«) vorkommen (vergl. S. 476, Fig. 264). Soweit die in Rede stehenden Reste so erhalten sind, dass die noch eruierbare anatomische Struktur hinreicht, um die Fossilien »generisch«, resp. »spezifisch« zu unterscheiden, wären hier die folgenden »Gattungen« zu nennen.

Bernh. Cotta (1832) bezeichnete mit dem Namen *Tubicaulis* solche Stämmchen, die außen noch die Blattfüße erkennen lassen (vergl. S. 507). Diese Objekte gliedert Stenzel (1889) in die Gattungen *Tubicaulis* Cotta zum Teil (also T. im engeren Sinne), *Asterochlaena* Corda, *Zygopteris* Corda und *Anachoropteris* Corda. Auch *Osmundites* Unger non

Fr. Jäger (1853) würde u. a. hierher gehören. Da der Name *Tubicaulis* in dem ursprünglichen Sinn von terminologischem Wert ist, sei im folgenden an Stelle von *Tubicaulis* Cotta zum Teil der hiermit synonyme Namen *Selenochlaena* Corda zum Teil benutzt.

1. **Mesoneuron** *lygodioides* (vergl. Solms, 1896) aus dem Culm nennt Unger schwache Stämmchen mit centralem, rundlichem, marklosem Treppen-Hydroïden-Bündel, das in der Rinde von punktförmigen, nicht zahlreichen Blattspuren umgeben wird.

2. **Selenochlaena** Corda zum Teil. — Stammleitbündel central, wie bei *Hymenophyllum* und *Gleichenia*, stielrund. Blattstielbündel bandförmig, rinnig (⌒)*), die Rinne (natürlich auch der im Stamm verlaufenden Blattspuren) nach außen hin gewendet.

Nur eine Art, *S. Solenites* (Sprengel), im Rotliegenden.

3. **Asterochlaena** (Fig. 313). — Stammleitbündel central, auf dem Querschliff unregelmäßig-sternförmig, also tief- bis buchtiggefurcht mit weit vorspringenden, abgerundeten, verzweigten Rippen. Nach Schenk (1888) wird das Centrum des Leitbündels bei *A. Cottai* Corda von einem stark zusammengedrückten Markkörper eingenommen, der sich in Strahlen in die Lappen des Hadroms fortsetzt. Blattstielbündel wie bei *Selenochlaena* (Untergattung a.: *Menopteris* Stenzel), oder aber die Rinne nach innen hin gewendet (◡) (Ug. b.: *Asterochlaena*), oder endlich Blattstielbündel bandförmig und eben, mit verdickten Rändern, so dass der Querschliff bisquitförmig ist (⊢) (Ug. c.: *Clepsydropsis* Unger).

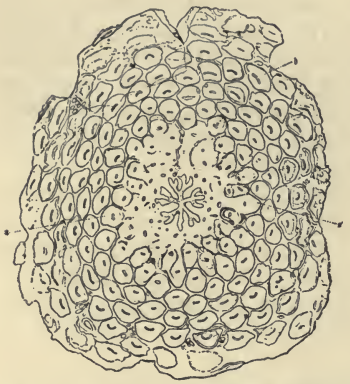


Fig. 313. Stammquerschnitt von *Asterochlaena ramosa* (Cotta) Stenzel in 1/2 der nat. Gr. *s*—*s'* Umriss des Stammes; *b* Blattstiele (Blattfüße). (Nach Stenzel.)

Mehrere Arten vom Culm bis zum Rotliegenden.

4. **Asteropteris** J. W. Dawson (1880) aus dem Oberdevon hat in einen Stereomcylinder eingebettete Blattspuren mit Bündeln wie die eben genannte Untergattung *Clepsydropsis*, die jedoch auf dem Querschliff des Stammes nur in einem einzigen Kreise vorhanden sind. Auch hier wird wie vorher das Centrum des Stammes von einem einfach- oder verzweigt-strahlig-sternförmigen Hydrom (oder Hadrom?) eingenommen.

5. *p*-**Botryopteris.** — Centrales Stammleitbündel ohne Spur eines Markkörpers, cylindrisch-prismatisch. Blattspurbündel ω-förmig. Fertile Reste vergl. S. 479.

Wenige Arten im Obercarbon.

6. **Grammatopteris** Renault (1893, 1896) besitzt im Stamme ein centrales, ± cylindrisches Leitbündel. Die Rinde wird von zerstreuten, kurz-dick-strichförmigen (▬) Blattspuren durchzogen, die in der Einzahl in die Blattfüße treten.

Nur eine Art (*G. Rigollotii* Ren.) in französischem Rotliegenden.

7. **Zygopteris.** — Stamm mit auf dem Querschliff sternförmigem, schwachem Markkörper. Stammleitbündel prismatisch bis außen buchtig-gefurcht. Blattstielbündel T-trägerförmig (⊢), H förmig, doppelankerförmig (Untergattung *Ankyropteris* Stenzel 1889 p. 25 u. 28) (⊷) oder ± X-förmig. Fertile Reste vergl. S. 478.

Mehrere Arten (freilich von mehreren nur Blattstiele bekannt, so dass die Zugehörigkeit zu dem geschilderten Stammbau dann unsicher ist) vom Culm zum Rotliegenden.

8. **Anachoropteris.** — Stammbau wie bei *Zygopteris* (weshalb Solms 1896

*) Dieses und ähnliche Zeichen sollen die geschilderten Querschliffe der Blattstiele schematisch veranschaulichen, soweit sich das typographisch machen ließ. Wir nehmen dabei an, dass die Stämmchenquerschliffe sich über diesen schematischen Querschliffsansichten befinden.

7. und 8. zusammenzieht zu *Stauroxylon*), aber meist sternförmiger, sich dadurch mehr *Asterochlaena* nähernd; Blattfußbündel bei 8. ähnlich denen der Untergattung *Selenochlaena*, jedoch die Bündelränder nach innen weit eingeschlagen.

Einige Arten im Obercarbon und Rotliegenden.

9. **Knorripteris** Pot. — Wie schon S. 507 gesagt, ist der hier zu erwähnende Rest in seiner äußeren Skulptur nur im *Knorria*-Erhaltungszustand bekannt, es fehlt also das Hautgewebe mitsamt den Blattnarben, resp. Blattfüßen. Im Centrum des Stammes findet sich eine Höhlung, welche von einem dicken, sklerenchymatischen Cylinder umgeben wird, der von einzelnen, meist zu je 5 gruppierten, dünn-cylindrischen Bündeln mit Hydroïden, die Treppenleisten zeigen, durchzogen wird; eines dieser Bündel dürfte ein Leptombündel sein. Die dicke, aus Schwammparenchym bestehende, sehr zwischenzellraumreiche, dadurch auf das Leben an sehr nassen Standorten hinweisende Rinde wird von wenigen, wohl durch Vereinigung von je einer 5zähligen Stranggruppe hervorgegangenen Blattspuren durchzogen, von auf dem Querschliff im ganzen gern Xförmiger Gestalt, wie sie bei recenten Farnen vorkommt, namentlich bei *Polypodiaceae*, wie z. B. im oberen Teil des Blattstieles von *Asplenium Adiantum nigrum* und *Scolopendrium vulgare*. Einen daran erinnernden (vierteiligen) Bau des Bündels zeigt übrigens schon die Rhachiopteride *Rhachiopteris Oldhamia* Will. (1874) aus dem produktiven Carbon und als Übergangsbildung zu dem Verhalten von *Zygopteris* (S. 510) die von Renault (1896) bekannt gemachten, *Diplolabis* genannten Culmreste.

Oberschlesischer Muschelkalk.

10. **Osmundites** Unger non Jäger. — Im Centrum des Stammes ein Markkörper, umgeben von einem Kreise unregelmäßig geformter Bündel, die einen Cylinder zusammensetzen. Blattstielleitbündel wie bei der Untergattung *Asterochlaena*; bei einer von Solms (1887) bekannt gegebenen Art befinden sich in der Concavität des Blattstielleitbündels noch je zwei kleinere, rundliche Bündel ⊙, eine Eigentümlichkeit, die die auf Farnblattstiele aus dem Carbon gegründete »Gattung« *Kalopteris* Corda auszeichnet. Vergl. hierzu das S. 380 Gesagte.

Tertiär.

B. Wedelspindelreste. (*Rhachiopterides* Corda 1846).

Schon im Vorausgehenden (unter A) hatten wir Gelegenheit, auf Wedelspindel- (Rhachis-) Reste aufmerksam zu machen, sofern diese sich nämlich in organischem Zusammenhange mit Stammresten befinden.

Besonders auffallend ist die Form der Blattspuren, resp. Blattstielbündel bei der Gattung *Zygopteris* und die Orientierung derselben bei *Selenochlaena* und *Menopteris*, da sie bei heutigen Farn ungebräuchlich ist. Die mechanische Unzweckmäßigkeit des früheren Verhaltens gegen das heutige ist dem botanischen Anatomen, der die Untersuchungen Schwendener's über das mechanische System der Pflanzen kennt, ohne weiteres klar. (Vergl. H. Potonié im Jahrb. des kgl. botan. Gartens zu Berlin I 1881 oder Naturwiss. Wochenschrift vom 1. Nov. 1891).

Ob alles das, was man sonst jetzt zu den Rhachiopteriden stellt, nun auch zu typischen *Filicales* gehört, ist keineswegs sicher. Solms erweitert den Begriff *Rhachiopteris* (1896 S. 95) dahin, dass er alle farnkrautähnlichen Blatt-, resp. Wedelstiele zu *Rh.* rechnet, so u. a. die Unger'schen (1856) »Gattungen« aus dem Unterculm von Saalfeld in Thüringen mit erhaltener anatomischer Structur *Mesoneuron*, *Megalorhachis*, *Clepsidropsis*, *Calamosyrinx*, *Aphyllum*, *Periastron*, *Stephanida*, *Calamopteris*, *Kalymma*, *Hierogramma*, *Pterodictyon*, *Arctopodium*, *Syncardia*, die wie gewisse *Sparganum*-»Arten« und *Haplocalamus* sich unter Umständen gar nur auf Rindenrohre blattstielartiger Gebilde beziehen. Inwieweit gewisse von diesen — zuweilen anatomisch recht gut erhaltenen und eigentümlichen Bau zeigenden — Reste etwa zu Mischtypen zwischen *Filicales* und anderen Gruppen gehören u. s. w., ist vorläufig nicht auszumachen.

Weitere Namen, die Rhachiopteriden mit meist erhaltener anatomischer Structur gegeben wurden, sind: *Aulacopteris* u. *Stipitopteris* Gr. Eury 1877 (Prod. Carbon), *Dineuron*

Ren. 1896 (Culm), *Selenopteris*, *Gyropteris*, *Ptilorhachis*, *Diplophacelus*, die letzten vier Corda 1845 (S. 84 ff.), alle aus dem prod. Carbon. *Tempskya* Corda 1845 sind dicke, von zahlreichen Wurzeln durchflochtene Rhachiopteridenpackete; *Zygopteris* z. B. kommt im *T.*-Zustand vor (Carbon, Wealden u. s. w.).

IV. Stämme mit secundärem Dickenwachstum.

Eine besonders interessante Thatsache ist das im Carbon constatierte Vorkommen echter Versteinerungen von Stämmen, die ein starkes secundäres Dickenwachstum zeigen und dabei durch mancherlei Eigentümlichkeiten auf die *Filices*, aber auch auf die *Cycadaceae* hinweisen. Eine nähere Betrachtung derselben erfolgt am Schluss der Pteridophyten bei den *Cycadofilices*.

3. Obsolete und vorläufig noch unklarere »Gattungen«, sowie Nachträge.

Außer vielen ± unbrauchbaren und zweifelhaften »Gattungen«, zu deren Erwähnung sich schon im Vorausgehenden Gelegenheit bot, sind noch die folgenden zu nennen; gleichzeitig enthält die Liste Nachträge zu den fossilen Farn.

Bei **Acrocarpus** Schenk 1867 ist in den Natürl. Pflanzenfam. I, 4 S. 112 hinzuzufügen das Synonym *Acropteris* Schenk 1867 non Link, vergl. Natürl. Pflanzenfam. I, 4 S. 233 und 235. *Acrocarpus* sagt Schenk im Text, während die Tafelunterschrift *Acropteris* aufweist. Dieser Autor rechnet den l. c. als *Acrocarpus cuneatus* beschriebenen Rest mit Sori unbekannten Baues von Hymenophyllaceen-Stellung zu *Thinnfeldia*; diese Zuweisung ist aber mit einem ? aufzunehmen. — Rhät.

Acrostichophyllum Velenovský 1889 Tafelerklärung, im Text als *Acrostichum*. — Sterile Blätter in Größe und Habitus ganz denen der Acrostichee *Rhipidopteris peltata* (Natürl. Pflanzenfam. I, 4 S. 331 Fig. 172) gleichend. — Cenoman.

Actiniopteris Schenk 1867 non Link ist, wie Schenk selbst 1888 S. 51 erkannt hat, eine dendritische Bildung. Vergl. auch Blanckenhorn 1899 p. 142 ff. — Rhät.

Alcicornopteris Kidston 1886 S. 152. — Gegabelt-fächeriger, kraus-kurzlappiger Rest. — Culm.

Bei **Aneimia** Sw. S. 371 ist am Schlusse anzufügen: Vielleicht gehört zu *Aneimia* Seward's Gattung mit *Sphenopteris*-Fiedern *Ruffordia* (1894 S. 75). Sie ist sehr ähnlich auch hinsichtlich des äußeren Anblicks und der Stellung der fertilen Teile der S. 370 Fig. 198, *C* abgebildeten *A. cuneata* Kze. — Wealden.

Anthrophyopsis Nathorst 1878 S. 43. — Bandförmige Fetzen mit langgestreckten Maschen-Adern. — Rhät.

Bei den **Aspidiinae** S. 202 ist statt Miocän zu setzen: »Wealden (Potomac-Formation, vergl. Fontaine 1889) bis zum Miocän«.

Baiera Fr. Braun. — Sind Gingkoaceenblätter.

Brittsia White 1899 S. 97. — F. 1. O. der Reste länglich mit 2 Zeilen abgerundeter Lappen besetzt, auf diesen Lappen oder ihrer gemeinsamen Achse längliche, nach ihrem Gipfel zu verbreiterte, gezähnte, sich imbricat deckende Fiederchen mit fächerig-gabeliger Aderung. — Prod. Carbon von Missouri.

Bei **Calymmotheca** Stur 1877 S. 448 als Synonyme hinzuzufügen: den etymologisch richtigeren Namen *Calymmatotheca* Zeiller 1883, *Sorocladus* Lesq. 1880.

Carolopteris Deb. et Ett. 1857 S. 206 sind gefiederte Wedelfetzen mit schmalen, täniopteridisch-geaderten Fiedern, rechts und links von der Mittelader je eine Zeile von Sori. — Untersenon.

Chrysodiopteris Saporta 1894 S. 41. — Wedelfetzen mit mittellangen Lappen, die eine Mittelader und Netzaderung zeigen. — Mesozoicum.

Bei **Cryptogramme** Sect. I **Onychium** (Kaulf. als Gatt.) S. 279 ist einzuschalten: Sehr ähnliche Reste wie Fig. 148, *D*, *E* S. 280 sind bekannt gemacht worden als *Onychiopsis* Yokoyama 1890 (*Hymenopteris* Mantell 1824 S. 424 non Weiss 1869 S. 51 als Subgenus) nicht nur hinsichtlich der Gestaltung der sterilen, sondern auch der äußeren Erscheinung der fertilen Fiedern. — Jura, Kreide.

Cymoglossa Schimper 1869 S. 553. — Ist ein *Callipteridium* oder eine *Callipteris*. — Perm.

Dactylopteris Göppert 1852. — Ganz unklarer Rest aus dem Culm von Wernigerode am Harz.

Daubreeia Zeiller 1888 S. 8. — Ganz zweifelhaft ob zu den Farn gehörig. Figuren l. c. Taf. 41 Fig. 1 und bei Germar 1844 Taf. II und III. Z. beschreibt die Reste als große peltate Blätter (oder Involucren aus mehreren verwachsenen Blättern) mit becher-trichterförmig gestalteter Spreite. Von dem Centrum derselben strahlen mehrere starke Adern aus, die in fiederiger Anordnung so spitzwinkelig abgehende Seitenadern aussenden, dass diese dann fast parallel zu den Hauptadern verlaufen. — Oberes prod. Carbon oder Unterrotl.

Dicropteris Pomel 1849 S. 339. — Blätter, die man jetzt zu den *Gingkoaceae* stellt. — Jura.

Didymosorus Deb. et Ett. 1857 S. 186. — Wohl *Gleicheniaceae*-Reste. — Kreide.

Bei **Dipteris** Reinw. S. 202—203 ist hinzuzufügen: Im Rhät, Jura und in der untersten Kreide (Wealden und Neocom) sind Spreitenformen bekannt geworden, die sehr an die recente Gattung *Dipteris* erinnern, sowohl hinsichtlich der Gestalt und Aderung als auch der Stellung der Sori. Es ist das die Gattung *Hausmannia* Dunker 1846 (*Protorhipis* K. J. Andrä 1855). (Vergl. Zeiller, Revue des trav. de pal. vég. 1898 S. 51—52 Taf. 21 Fig. 1—5). Einige Exemplare (*Kohlmannopteris* P. Richter 1899) aus dem Neocom bei Quedlinburg am Harz, die mir vorliegen, erinnern an Primärwedel von *Dipteris*, andere gleichen ganz dem *Hausmannia*-Rest von Dunker. Schenk sagt 1888 S. 43: »*Protorhipis* sind wahrscheinlich Primordialwedel«; in der That macht es den Eindruck, dass manches, was die Autoren als *Protorhipis* angeben, Primordialwedel, und zwar wohl verschiedener Genera sind. Es ist bemerkenswert, dass sie zusammen mit *Matoniaceen*-Resten vorkommen, wie auch heute noch die beiden Gattungen (z. B. in der Halbinsel von Malacca) *Matonia* und *Dipteris* an einem und demselben Standort neben einander gedeihen. Die von mir bei den *Matoniaceae* (S. 349) untergebrachten Gattungen *Clathropteris* und *Dictyophyllum* möchte Zeiller (1900 S. 72 und 115—118) in die Verwandtschaft von *Dipteris* bringen, was mir sehr passend scheint.

Doleropteris Gr.'Eury 1877 S. 194 siehe bei den *Cycadofilices*.

Hostinella Barrande (*Protopteridium* Kreji 1879). — Nach Solms 1894 (45) wohl Farnrest. — Mitteldevon.

Hymenophyllea Weiss 1869 S. 57. — Fertile Reste von *Ovopteris* und *Rhodea*; es handelt sich wohl um die Gattungen fertiler Reste *Acrocarpus*, *Hymenotheca* und *Discopteris*.

Jeanpaulia Unger. — *Gingkoaceae*.

Karstenia Göpp. 1836 S. 451. — Wohl kein Farnstamm. Vielleicht stigmarioid erhaltene *Knorria*. — Carbon.

Idiophyllum Lesq. 1880 S. 159 ist ein Blattrest aus dem »Carbon« Pennsylvaniens von Dicotyledonentypus, im ganzen von kreis-eiförmiger Gestalt, starker Hauptader und fiederig abgehenden starken Seitenadern, zwischen denen Querleitbündel Maschen herstellen. Der Rest, der vielleicht nur ein Teil eines größeren Blattes von unbekannter Gliederung ist, kommt zusammen mit Resten vor, die an solche aus dem Rotliegenden erinnern.

Aus dem »Carbon« Chinas bildet Schenk 1883 große Blattreste ebenfalls von dicotylem Typus unter dem Namen *Megalopteris* (Schenk non Dawson) *nicotianaefolia* ab, die man versucht ist, hypothetisch mit eiförmiger, sehr großer Spreite zu ergänzen. Handschriftlich hat der genannte Autor in dem mir vorliegenden Separat-Abzug aus v. Richthofen's China den Namen *Megalopteris* durch *Gigantopteris* ersetzt, womit er also andeuten wollte, dass es sich um eine besondere Gattung handele, die er jedoch nicht bekannt gegeben hat, da er sie durch *Idiophyllum* erledigt glaubte (vergl. Schenk 1888 S. 42). Hr. Zeiller schreibt mir überdies, dass Schenk in seinem Exemplar von R.'s China handschriftlich *Megalopteris* durch *Idiophyllum* ersetzt hat. Hr. Zeiller (schriftlich an mich) sieht in den Resten einen Typus, der sich dicht an *Clathropteris* anschließt (s. Natürl. Pflanzenfam. I, 4 S. 349) und zweifelt daran, dass die Schichten, aus denen sie stammen, zum Carbon gehören, sondern möchte glauben, dass sie rhätischen oder liasischen Alters sein könnten. Mir liegen die Originalien vor, aber ich kann die Möglichkeit, dass die Blätter sehr groß-eiförmig waren, nicht ausschließen, und die die Maschen bildenden Äderchen gehen nicht wie bei *Cl.* senkrecht von den dickeren Adern ab, sondern bilden mit ihnen schräg aufwärts verlaufend spitze Winkel. Jedoch bezweifle auch ich, dass die Schichten mit dem Rest zum Carbon gehören, und halte sie für jünger.

Lyginopteris Pot. vergl. bei den *Cycadofilices*.

Zu den fossilen **Marattiaceae** insbesondere zu dem bei *Danaea* S. 444 Gesagten vergl. *Parapecopteris* S. 495.

Bei den fossilen **Marsiliaceae** p. 421 ist hinzuzufügen: Die als *Parka* Fleming bezeichneten Reste aus dem Unterdevon Schottlands — eiförmige (Makro- und Mikro-?) Sporangien, die zu vielen in Kapseln, wie die Sporangien in Sporocarpien, eingeschlossen sind — bringt Penhallow 1892 in die Verwandtschaft von *Pilularia*.

Marzaria Zigno 1865. — Kleine fußförmige, wie *Matoniaceen* geteilte Wedel mit spatelförmigen Blättchen, die an jeder Seite der Mittelader eine Reihe Sori zeigen. — Lias.

Bei den **Matoniaceae** S. 347 ist hinzuzufügen, beziehungsweise zu bemerken: 1. bei *Matonia*. Schenk's Gattung *Matonidium* 1871 S. 219 ist von *Matonia pectinata* kaum zu unterscheiden; er giebt wenig sporangische, leider nicht genauer bekannte Sori mit Schleier an (Wealden). — 2. Bei *Laccopteris* (S. 348) die Synonyme der Keuperreste *Gutbiera* Presl. ex parte (nämlich *G. angustiloba*) und *Phialopteris* Presl. 1838. — 3. Bei *Dictyophyllum* (S. 349) das Synonym *Diplodictyum* C. F. Braun 1843 S. 13. — 4. *Phlebopteris* Brongn. Hist. 1828 S. 371 und 1849 S. 30. Zu *Phl.* rechnete Brongn. Wedelreste, die zu verschiedenen der jetzt angenommenen Gattungen der Gruppe mit Maschenaderung gehören. Jura. — 5. Vergl. auch das über *Clathropteris* und *Dictyophyllum* unter *Dipteris* S. 513 Gesagte.

Mesoneuraster Sandberger. — Soll sich nach Schenk 1888 S. 42 auf neuropteridische fertile Fetzen beziehen, von Sandb. später z. Tl. zu *Odontopteris* gezogen.

Monheimia Deb. et Ett. 1857. — Im ganzen lineale, einmal-gefiederte Wedelreste, deren Achse genau so (spreitig) ausgebildet ist wie die Fiedern, diese mit Hauptader, von der gelegentlich verzweigte Seitenadern ausgehen. Zu jeder Seite der Hauptader eine Zeile locker stehender Sori mit vielen Sporangien. — Untersenon Aachens (mir auch aus der ob. Kreide des Harzes bekannt).

Nathorstia Heer 1880 (non Seward 1894 S. 145). — Langgestreckte, wohl auch hinsichtlich der Aderung täniopteridische Fiedern mit je einer Zeile von nicht näher eruierbaren Sori an jeder Seite der starken Mittelader. — Kreide.

Otopteris Lindl. et Hutton 1837. — *Cycadales*-Fiedern. — Mesozoicum.

Platyceriphyllum Velenovský 1889 Taf.-Erkl.; im Text als *Platycerium*. — Wedelfetzen sehr ähnlich, auch hinsichtlich der Quadratmaschen, der letztgenannten recenten Gattung (vergl. S. 338 Fig. 177); dürfte wohl eher zu *Dipteris* gehören (daher *Dipteriphyllum* Krasser 1896 p. 122). Vergl. S. 513. — Kreide.

Psammopteris Eichwald 1861 und 1865 S. 25. — Stammreste vielleicht von Farn. — Neocom.

Raphaelia Deb. et Ett. 1857. — Neuropteridische Reste mit geschlängelten Adern und geschlängelt-lappigem Fiederchen-Rand. — Untersenon.

Bei **Sagenopteris** S. 421 ist hinzuzufügen: 1. Wegen der eventuell dazu gehörigen Fortpflanzungsorgane vergl. unter *Pseudosagenopteris* S. 503. — 2. Kleinere, lanzettliche Blätter (wohl lose Blättchen) durchaus von dem Typus wie die Carbonform *Lesleya* beschreibt Brongniart 1849 S. 22 unter dem Namen *Phyllopteris* aus dem Jura. Wie die Autoren angeben (z. B. Schimper, Seward 1895 S. 225) soll aber Brongniart die Aderung falsch aufgefasst haben; es soll sich um *Sagenopteris*-Blättchen handeln.

Bei den fossilen **Salviniaceae** S. 402 ist hinzuzufügen: Als *Protosalvinia* (*Sporangites* W. Dawson 1871 [dieser Name wird überhaupt für fossile Sporangien unbekannter Zugehörigkeit benutzt], *Tasmanites* Newton) beschreibt W. Dawson 1886 aus dem »Oberdevon« Amerikas und dem Permocarbon Tasmaniens kugelige »Makro-« und »Mikrosporangien«, eingeschlossen in Kapseln, die mit Salviniaceensporocarpien verglichen werden. Seine Abbildungen sind mir für diese Zuweisung nicht überzeugend genug: sie bieten zu wenig. Nach dem genannten Autor könnten sie zu Sprossen gehören, die zweizeilig, lineal-lanzettliche Blätter tragen (= *Ptilophyton* Dawson 1878), da diese in Canada in denselben Schichten mit den genannten Sporangiten zusammen vorkommen. — Die Gattung *Choffatia* Saporta 1894 aus der Kreide Portugals, die im Habitus an *Salvinia* erinnert (kleine Sprosse mit großmaschig-aderigen Blättern und wurzelartigen Gebilden, ganz wie bei *S.*) wird mit der Euphorbiacee *Phyllanthus fluitans* verglichen.

Schizopteris Brongn. Prod. 1828 S. 383 non Hill, vergl. Natürl. Pflanzenfam. I, 4 S. 290. — Größere, gegabelte Spreitenreste mit bandförmig-linealen Lappen. Erinnert an ältere *Gingkoaceae*-Reste wie *Baiera*. — Carbon.

Sclerophyllina Heer 1864. — Blattreste vom Gingkoaceentypus, die H. selbst später zu den *Gingkoaceae*, Gattung *Baiera*, gestellt hat. — Kreide.

Spiropteris Schimper 1869. — Noch eingerollte Farnwedel.

Sporochnus Kützing bei Stur 1882. — Gewiss keine Alge; *Rhodea*-ähnlicher Farn oder Psilotacee? — Devon.

Stangerites Bornemann. — Durchaus täniopteridische Blätter oder Blättchen, die zu den Cycadaceen gerechnet werden. — Mesozoicum.

Staphylopteris Presl in Sternb. 1838 S. 174. — Sphenopteridischer (?) Farn mit Sori. — Tertiär.

Strephopteris Presl in Sternb. 1838 S. 120. — Unklarer pecopteridischer oder neuropteridischer Rest.

Todites Seward 1900 ist dasselbe wie *Todea Williamsonis* (vergl. S. 378).

Tubiculites Gr. Eury 1877 S. 102. — Cylindrische, teils holzkohlig erhaltene Stücke, die wohl Stamm- und Wurzelreste von Farn sind. — Prod. Carbon.

Bei **Tyrsopteris** Kunze S. 123 sind als Synonyme zu den Juraresten hinzuzufügen: *Coniopteris* Brongn., *Polystichites* Presl. 1838 S. 117, und *Tympanophora* Lindl. et Hutt. — Die vermeintliche *Thyrsopteris* aus dem Culm nennt Stur 1875 p. 19 auch *Palaeothyrsopteris*.

Zonopteris Deb. et Ett. 1857 S. 213. — Lineale, einaderige, schwach-verzweigte Fetzen, auf jeder Seite der Ader eine Reihe gestreckter Soren. — Untersenon.

Sphenophyllales.

Nur eine Familie:

Sphenophyllaceae

von

H. Potonié.

Mit 7 Figuren in 8 Einzelbildern.

Gedruckt im Mai 1900.

Merkmale. Die Sphenophyllaceen waren wohl im Wasser lebende, kleine, monopodial-unregelmäßig verzweigte Gewächse mit quirlig gestellten und, sofern es sich um die Blätter der Endsprosse handelt, stets keilförmigen, gegabelt-aderigen Blättern. Stengel mit centralem Leitbündel. Blüten endständig, lang-ährenförmig, aus einer centralen Stengelachse mit wirtelig stehenden, am Grunde mehr oder minder verbundenen Sporophyllen gebildet. Die Sporophylle tragen oberseits mit einem Leitbündel versehene Stiele, die ein Sporangium tragen oder zweisporangisch sind.

Vegetationsorgane. Die Blätter sind superponiert, in jedem Quirl beträgt ihre Zahl sechs oder Multipla von drei, jedoch kaum mehr als zwölf, es handle sich denn um die hierhinter beschriebene *Asterophyllites*-Beblätterung. Bei einer Art hat sich nämlich Heteromorphie der Blätter, und zwar nach Art von Wasserpflanzen constatieren lassen, wie das die Fig. 314 veranschaulicht (vergl. namentlich Potonié: Die Beziehung der Sphenophyllaceen zu den Calamariaceen 1896).

Das Zweigstück *a*—*a* trägt ganz schmale, nach aufwärts gerichtete, einaderige Blätter; solche Sprossstücke stellt man zu *Asterophyllites* Brong., einem Sprosstypus der Calamariaceen (vergl. daselbst), die aber bei ihrem abweichenden anatomischen Bau auch in ihrer *Asterophyllites*-Beblätterung bei geeigneter Erhaltung Unterschiede erkennen lassen. *Ast.*-Sprosse, die speciell in ihren Eigentümlichkeiten, sofern sie eruierbar sind, an die Sphenophyllaceen erinnern, hat Schimper 1890 S. 175 als besondere »Gattung« *Asterophyllum* abgetrennt. Er sagt von diesen den Asterophylliten der Calamariaceen ähnlichen Sprossen, dass die Grundzahl der Blätter im Quirl drei sei wie bei *Sphenophyllum*, in der Regel 6—18, dass ein Diaphragmaring nicht sichtbar und das Leitbündel central und dreikantig sei.

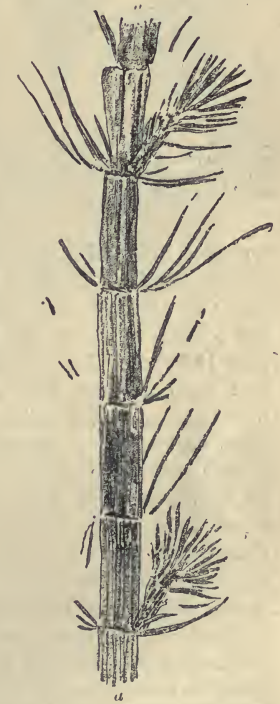


Fig. 314. *Sphenophyllum cuneifolium*. Ein Sprossstück *a*—*a* mit *Asterophyllites*-Beblätterung in organischer Verbindung mit zwei Sprossen (*b* und *b*) von *Sphenophyllum cuneifolium forma saxifragifolium*. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

An zwei Knoten der Achse *a*—*a* unserer Figur sieht man bei *b* u. *b* je einen kurzen Spross mit ganz anderer Beblätterung ansitzen, nämlich

mit keilförmigen, wiederholt-gabelteiligen Blättern (= *Sphenophyllum saxifragifolium* Sternb.). An anderen Sprossstücken findet sich nun die letzterwähnte Blattform vereinigt mit einer dritten, welche den Gipfel der Sprosse auszeichnet, nämlich mit durchaus keilförmigen, ungeteilten, am Gipfel gezähnten Blättern, Fig. 315. Andere Arten zeigen ebenfalls Übergänge zwischen geteilten und mehr ganzen Blättern, jedoch ist die *Asterophyllites*-Beblätterung nicht oder noch nicht bei anderen Arten bekannt geworden. Zuweilen finden sich in einem und demselben Quirl in symmetrischer Verteilung einige größere und einige kleinere Blätter; solche Sprosse sind als *Trizygia* J. F. Royle beschrieben worden, Fig. 316. Auf Grund dieser Verschiedenheit lassen sich aber, wie schon F. Unger (Gen. et spec. plant. foss. 1850 S. 71) und später besonders R. Zeiller (Sur la valeur du genre *Trizygia*. Bull. d. l. soc. géol. de France. Paris 1891) betont haben, die Sphenophyllaceen nicht in zwei Gattungen spalten, da bei ein und derselben Species Blattquirle verschiedener Art vorkommen können. Bei *Sphenophyllum oblongifolium* (Germ. et Kaulf.) Ung. z. B. mit gewöhnlich gleichgroßen Blättern im Quirl kommt *Trizygia*-Beblätterung sehr schön vor (vergl. E. F. Germar und F. Kaulfuss, Merkwürd. Pflanzenabdrücke a. d. Steinkohlenf. Leopoldina. Halle 1831, Taf. LXV, Fig. 3). Ein

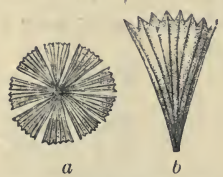


Fig. 315. *a* ein Blattwirtel von *Sphenophyllum cuneifolium*; *b* ein einzelnes Blatt etwas vergrößert. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

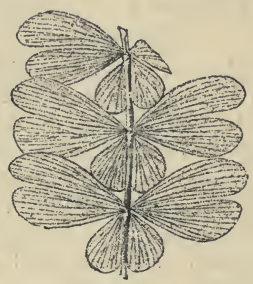


Fig. 316. »*Trizygia*« *speciosa* Royle aus der *Glossopteris*-Facies. (Nach O. Feistmantel.)

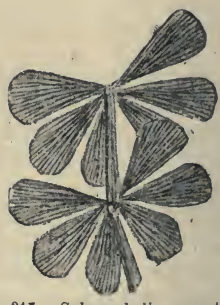


Fig. 317. *Sphenophyllum verticillatum*. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

weiteres Beispiel einer schönen *Trizygia*-Beblätterung bei Lesquereux 1858 T. I F. 6 (*Sphenophyllum filiculmis* Lesq.). Die Quirle der *Trizygia*-Sprosse sind sechsblätterig, von den Blättern sind meist zwei kleiner und vier größer, Fig. 316; S. de Bosniaski hat jedoch (Fl. foss. del Verrucana del Monte Pisano. Soc. Toscana di Scienze Naturali. Pisa 1890) eine Art, »*T. pteroides*« bekannt gegeben, bei der sich im Wirtel vier kleinere und zwei größere Blätter befinden. Die Sprosse mit »*Trizygia*«-Beblätterung waren offenbar horizontal gerichtet und sind wohl schwimmend anzunehmen; man könnte sich dann vorstellen, dass aus den kleineren Laubblättern, resp. — wenn man nämlich die Bosniaski'sche Art als Ausgang nimmt —, dass aus den beiden größeren Blättern jedes Wirtels die Wurzelblätter von *Salvinia* hervorgegangen sind. Auch bei Sprossen ohne *Trizygia*-Beblätterung sind die Blätter gern alle in eine Ebene gerichtet wie an dem Stück Fig. 317. Wie wir hier sehen, bemühen sich die Blätter zwar durch unsymmetrische Gestaltung des Wirtels sich gegenseitig auszuweichen, jedoch lässt sich dabei wegen der kurzen Internodien eine gegenseitige teilweise Bedeckung nicht ganz verhindern, was erst durch die Ausbildung wie bei *Trizygia* möglich ist. Bei *S. papilionaceum* Gr. Eury sind die Blätter eines jeden Wirtels etwas verschieden gestaltet, ohne auffällig in ihren Größenverhältnissen abzuweichen, und ebenfalls einseitig wie in Fig. 317 verschoben, indem sich in diesem Falle die Blätter der benachbarten Wirtel ganz ausweichen; bei dieser Art ahmt jeder Blattwirtel die Form eines fliegenden Schmetterlinges nach.

Die Blattspreite der *Sphenophyllum*- (incl. *Trizygia*-) Arten ist ganz oder entsprechend der Aderung ein- bis mehrfach-gabelig zerteilt. Im großen und ganzen nimmt die Größe der Blätter von den älteren geologischen Horizonten nach den jüngeren zu; umgekehrt ist es bezüglich der Zerteilung der Spreiten. *Sphenophyllum tenerrimum* v. Ett. aus dem unteren produktiven Carbon (Fig. 318) mit verhältnismäßig kleinen Blättern, besitzt ganz

schmale, fast linienförmige Spreitenteile, *Sph. Thonii* Mahr aus dem Unterrotliegenden hingegen große, ungeteilte Blätter, während die Arten aus den dazwischen liegenden Horizonten, Fig. 315 u. 317, auch die Mitte hinsichtlich der Größenverhältnisse der Blätter einnehmen.

Fig. 318. Ein Blattwirtel von *Sphenophyllum tenerrimum*. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

Die von den etwas vorspringenden Knotenlinien der Stengel abgehenden Seitensprosse stehen vereinzelt und scheinen nicht in den Blattachseln, sondern zwischen je zwei Blättern ihren Ursprung zu nehmen.

Anatomisches Verhalten. Das Leitbündel des Stengels zeigt, namentlich nach B. Renault's Untersuchungen (zusammengefasst in Cours de bot. foss. Paris 1882; IV, 1885), einen triarchen, centralen Xylemstrang, der einen secundären Zuwachs erhält. Fig. 319. Der erstere wird im wesentlichen an den drei Spitzen des Querschnittsdreiecks, welche die Protohydroïden bergen, aus leiterförmig-verdickten, im übrigen Teil aus netzförmig-getüpfelten Hydroïden zusammengesetzt, der secundäre Zuwachs aus Hoftüpfelhydroïden. Der secundäre Zuwachs kann sehr beträchtlich sein; er zerfällt dann nach W. C. Williamson (*Asterophyllites*. In Phil. transact. Roy. soc. London 1873) — ich selbst konnte das

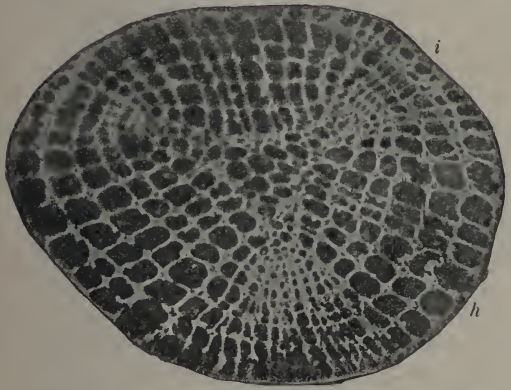


Fig. 319. Vergrößerter Querschliff durch den centralen Teil eines *Sphenophyllum*-Stengels: den primären (dreieckigen) und den diesen umgebenden secundären Holzteil des Leitbündels veranschaulichend. (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

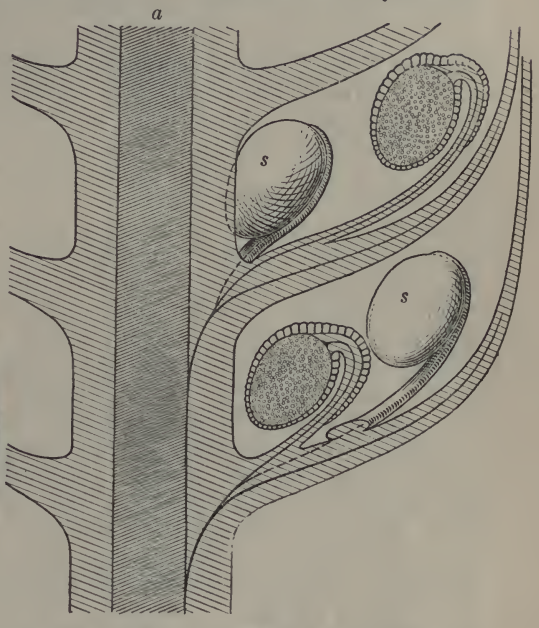


Fig. 320. Vergrößerte schematische Darstellung eines Stückchens des Längsschliffes der Blüte vom *Sphenophyllum cuneifolium*. *a* Achse, *s* Sporangien durch deren Stiel als einfache Linie angedeutet je ein Leitbündel verläuft. In 2 Sporangien, die längsdurchschliffen gedacht sind, sind die Sporen angedeutet. (Nach Zeiller.)

auch constatieren — in zwei Zonen. Sobald nämlich durch den Zuwachs annähernd die Kreisform des Xylemquerschnittes erreicht ist, beginnt ein neuer, wieder mit kleineren Elementen beginnender Zuwachs. Bei dem aus dem Culm von Burntisland (Williamson et Scott, Further observations. Part. I 1895) und dem Culm von Saalfeld (Solms, Pflanzenreste des Unterculms von S. 1896 S. 80—83) beschriebenen *Sphenophyllum* (*S. insigne* W. et Sc.) kommen im secundären Holz, dessen Hydroïden nur auf den Radialwänden Treppenleisten zeigen, Markstrahlen vor. Umgeben wird das Xylem von Leptom. Die dicke Rinde zerfällt in mehrere concentrische Lagen.

Blütenverhältnisse. (Wegen des Ausdrucks »Blüte« vergl. S. 548 Anm.)

Wichtigste Litteratur. W. C. W. Williamson, Organisation of *Volkmannia Dawsoni*. Mem. litt. and phil. soc. of Manchester. London 1876. — R. Kidston, Fructif. of *Sphen. trichomatosum*. Proc. Roy. Philos. Soc. Edinburgh Vol. XI. 1890—91. — R. Zeiller, Constitution de l'appareil fructificateur des *Sphen.* Mém. de la soc. géol. de France Nr. 11. Paris 1893. — W. C. Williamson and D. H. Scott, Further observ. on the organ. of the

foss. plants of the coal-measures. Part I. Philos. Transac. Roy. Soc. London. Vol. 185 (1894). London 1895. — H. Graf zu Solms-Laubach, *Bowmanites Römeri*, eine neue Sphenophylleenfructification. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt Bd. XLV Heft 2. Wien 1895.

Vor Kenntnis der Zusammengehörigkeit mit den *Sphenophyllum*-Laubsprossen waren die Blüten unter dem Gattungsnamen *Bowmannites* Binney 1868 beschrieben worden, einen Namen, den Seward 1898 S. 402 durch *Sphenophyllostachys* für diejenigen Reste ersetzt, deren Zugehörigkeit zu bestimmten auf Laubsprosse gegründete Arten bislang nicht bekannt ist.

Die Sporophyllwirtel sind am Grunde ± zu einer flachen Scheide verbunden, die einzelnen Sporophylle sind superponiert und tragen oberseits die Sporangien, herabhängend an dem oben verbreiterten Stiel. Bei *Sphenophyllum cuneifolium* (Sternberg) Zeiller (= *Sphen. erosum* Lindley et Hutton), zu der als Blüte nach Zeiller wohl *Bowmanites germanicus* Weiss gehört, erblickt man 2 oder 3 Sporangialkreise in jedem Wirtel, deren Stiele dicht nebeneinander der Scheide angeheftet sind; jeder Stiel trägt nur ein Sporangium (Fig. 320). *Sphenophyllum Dawsoni* Will. et Scott (*Bowmanites Dawsoni* Will.) besitzt Blüten, deren Sporangienstiele ebenfalls der Scheide ansitzen mit ebenfalls je einem Sporangium. Die ungleich-langen Stiele stehen aber nicht vor einander sondern paarweise nebeneinander, so dass hier nur je ein Sporangialkreis vorhanden ist, wie letzteres nach Kidston vermutlich auch bei *Sphenophyllum tenerrimum* (incl. *Sphen. trichomatosum* Stur) der Fall ist. *Bowmanites Römeri* Solms weicht dadurch wesentlich ab, als jedes Sporophyll vor einander bis (wahrscheinlich) drei sehr kurze Stiele trägt, die oben in eine breite Spitze ausgehen mit je zwei herabhängenden Sporangien. Das Leitbündel des Trägers sendet je einen Zweig in die Basis jedes Sporangiums. Die Sporangienwandung scheint, abgesehen von der Basis der Sporangien, einzellschichtig zu sein, die Sphenophyllaceen wären also leptosporangiat. Die zahlreichen bis $^1/_{10}$ mm Durchmesser zeigenden Sporen tragen bei *Bow. Römeri* u. *Dawsoni* netzig verbundene, gezähnelte Flügelleisten. In den Sporangien sind nur Sporen einerlei Art constatiert worden, jedoch ist bei der geringen Zahl von Sporangien, die bisher anatomisch untersucht werden konnten, die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die *Sph.* doch heterospor waren.

Verbreitung. Die *Sphen.* sind nur fossil, und zwar aus dem Paläozoicum (sicher erst vom Culm ab) und dem der Trias entsprechenden Horizont der Glossopterisfacies (hier *Sphenophyllum* (*Trizygia*) *speciosum*, Fig. 316) bekannt. Am reichlichsten vertreten sind sie in der mittleren produktiven Steinkohlenformation. Vergl. auch S. 517 oben. Aus dem Wealden Nordwestdeutschlands beschreibt Schenk 1871 einen Rest als *Marsilidium speciosum*, der ganz wie ein groß- sechsblätteriger Wirtel eines *Sphenophyllum* aussieht; er wird aber als *Marsilia*-ähnliches (freilich dann mit sechs Blättchen versehenes) langgestieltes Blatt beschrieben, die sechs Spreitenteile sind breit-keilförmig, am Vorderende mit feiner Zähnelung, die Aderung cyclopteridisch.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die *Sphen.* stehen recht isoliert, sowohl innerhalb der anderen nur fossil bekannten Familien als auch der recenten. Am verwandtesten unter den ersteren dürften die *Protocalamariaceae* sein (vergl. hinten S. 558), und unter den recenten, wie früher schon Renault und später ich selbst (l. c. besonders Lehrbuch S. 180 ff.) eingehend nachzuweisen gesucht habe, die *Salviniaceae*, so dass letztere vielleicht die Nachkommen der ersteren oder einer ausgestorbenen, unbekannten Seitenlinie derselben sind. Hierfür sprechen die folgenden Thatsachen: Durch den von einem Leitbündel durchzogenen Sporangiumstiel erinnern die *Sphen.* an die *Salv.*, aber auch an die Marsiliaceen, bei denen freilich der Stiel eine compliciert gebaute, die Sporangien enthaltende Kapsel trägt; es ist aber zu berücksichtigen, dass die zweisporangischen Träger von *Bowmanites Römeri* eine Brücke zu den vielsporangischen Kapseln der *Salv.* bilden. Denn denkt man sich die Verbreiterung der *Bowmanites Römeri*-Trägerspitze etwas weiter gehend und die beiden Sporangien umschließend, so haben wir ebenfalls eine Kapsel. Wie man annehmen muss, dass die Umschließung von Samenanlagen in Fruchtblättern erst im Laufe der Generationen stattgefunden hat, so wird man auch zugestehen, dass Sporangienkapseln eine spätere Bildung sind. Sowohl die Salvin.

als auch die *Sphen.* sind leptosporangiat. — Bei *Salvinia* stehen ferner die Blätter zu dreien in Wirteln, und die Sporangienbehälter bei den *Hydropteridineae* sitzen an der morphologischen Oberseite der Blätter (*Marsiliaceae*) wie die Sporangien von *Sphenophyllum* oder randständig (*Salviniaceae*). — Die *Trizygia*-Beblätterung leitet zu der vollkommenen Heterogenität der Blätter eines und desselben Wirtels von *Salvinia*, von denen zwei Luftblätter sind, und das eine ein Wasserblatt ist. Dabei ist zu beachten, dass die ältesten Sphen.-Reste überwiegend homomorphe Blätter in den Wirteln zeigen, die Arten des oberen produktiven Carbons und des Perms (vergl. bezüglich Perm z. B. die Fig. 8, Taf. I in Fontaine und White's Perm u. Upper Carbonif. Flora 1880) schon oft mehr oder minder deutliche *Trizygia*-Beblätterung aufweisen, die endlich ständig und typisch bei der *Trizygia speciosa* des der Trias entsprechenden Teiles der Glossopterisfacies vorhanden ist. Es soll damit gesagt werden, dass von der typischsten *Sphenophyllum*-Beblätterung bis *Salvinia* in richtiger geologischer Folge Übergangsbildungen vorhanden sind. Entspricht die angenommene phylogenetische Reihe dem thatsächlichen Sachverhalt, so würden die *Trizygia*-Sprosse als Übergangsbildungen von *Salvinia* rückwärts zu den Sphenophyllaceen anzusehen sein. Auch das centrale, auf dem Querschnitt dreieckige Primärbündel im Stengel von *Sphenophyllum* weist darauf hin, dass je zwei Blätter eines Wirtels paarig zusammengehören. Berücksichtigt man, dass die jüngeren *Sphenophyllum*-Arten alle nur 6blätterige Wirtel haben, so würden wir bei den nächsten Vorfahren der Salviniaceen unter den Sphenophyllaceen drei Paare erhalten, die den drei Blättern eines Wirtels von *Salvinia* morphogenetisch entsprechen würden. Setzt man aber ein *Salvinia*-Blatt homolog einem *Sphenophyllum*-(*Trizygia*)-Blatt, so wäre nur vorauszusetzen, dass aus einem *Sphenophyllum*-(*Trizygia*)-Wirtel durch Bildung eines Internodialgliedes im 6blätterigen Wirtel — derartig, dass der untere Knoten drei, und der obere ebenfalls drei Blätter, jeder je ein kleineres und zwei größere Blätter des ursprünglichen 6blätterigen Wirtels erhielte — dreigliederige Wirtel wie bei *Salvinia* im Laufe der Generationen entstanden seien. Legt man sich die Phylogenie von *Salvinia* in dieser Weise zurecht, so gewinnt man für die eigentümliche Entwickelungsweise des *Salvinia*-Sprosses vollstes Verständnis: es wird dann begreiflich, warum die im fertigen Zustande superponiert erscheinenden *Salvinia*-Quirle als in besonderer Weise alternierende Quirle angelegt werden; die entwickelungsgeschichtlichen Vorgänge im *Salvinia*-Spross werden durch den Aufbau ihrer vermutlichen Vorfahren erklärlich. — Als weiterer Berührungspunkt zwischen den beiden genannten Familien ist endlich nicht unbeachtet zu lassen, dass E. Strasburger (Über Azolla, 1873, Taf. I, Fig. 24) im Umkreise des fertigen, centralen Stammbündels von *Azolla* ein »Cambium« angiebt. Nach der Klassifikation der *Filicales* S. 9—11 in 1. *F. leptosporangiatae*, 2. *Marattiales* und 3. *Ophioglossales* in Berücksichtigung der Thatsache, dass die Arten der ersten Gruppe meist als Basis der Sori ein von einem besonderen Hydroïdenbündel durchzogenes »Receptaculum« zukommt, welches den *Ophioglossales* fehlt, scheint mir die Verwandtschaft mit den *F. leptosp.*, zu denen die Salviniaceen gerechnet werden, größer als mit den *Ophioglossales*, welche Zeiller den Sphenophyllaceen nähern möchte, oder die er doch mit ihnen vergleicht. Der von Hydromelementen durchzogene Sporangienstiel von *Sphenophyllum* würde dem »Receptaculum« entsprechen; wir müssten sonach bei den Arten wie *Sphenophyllum cuneifolium* die Sporangien — wie der theoretische Morphologe sagen würde — als monangisch annehmen wie die ♀ Sori bei der Salviniaceen-Gattung *Azolla*. — Ist die phylogenetische Abstammung der Salviniaceen von den Sphenophyllaceen oder die gemeinsame Abstammung beider richtig, so würde es vorzuziehen sein, die Hydropteridinen als eine besondere Parallelgruppe neben den *Filicales* zu behandeln. — Vergl. auch S. 561.

Einteilung der Familie. Die Sphenophyllaceen bestehen nach Einziehung von *Trizygia* nur aus einer Gattung:

Sphenophyllum Ad. Brongn. Prod. 1828, S. 68 (*Sphenophyllites* Brongn. 1822, *Rotularia* Sternberg 1825), jedoch deuten die bis jetzt bekannten Verschiedenheiten im Bau der Blüten darauf hin, dass auf Grund derselben die Zerspaltung in mehrere Gattungen sich wohl begründen ließe.

Equisetales.

1. Euequisetales.

Die Euequisetales bestehen aus nur einer Familie:

Equisetaceae (der Jetztwelt).

von

R. Sadebeck.

Mit 89 Einzelnbildern in 23 Figuren.

(Gedruckt im Mai 1900.)

Wichtigste Litteratur. Agardh, Observations sur la germination des Prêles, (Mémoires du Museum d'histoire naturelle. T. IX. 1822). — Vaucher, Monographie des Prêles; (Mémoires du Muséum d'histoire naturelle de Genève. Tome I, part. 2. 1822). — Derselbe, Mémoire sur la fructification des Prêles; (Mémoires du Muséum d'histoire naturelle, tome X. 1823). — Duvernoy, de Salvinia natante. Tübingen (Inaugural-Dissertation) 1825. — Bischoff, Die cryptogamischen Gewächse. I. Heft 1828. — Derselbe, Über die Entwickelung der Equiseten (Nov. acta Leop. Carol. T. XIV, pars 2, 1829). — Thuret, Note sur les Anthérides des Fougères; (Annales des sciences naturelles. III. Série, t. XI. 1849). — Derselbe, Recherches sur les Zoospores des Algues et les Anthéridies des Cryptogames; (Annales des sciences naturelles. III. Série, t. XVI, 1851). — Mettenius, Beiträge zur Botanik. Heft I. 1850. — Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen, Leipzig 1851. — Derselbe, Über die Keimung der Equisetaceen (Flora, 1852). — Derselbe, Beiträge zur Kenntnis der Gefäßkyptogamen (Abh. der K. Sächs. Ges. der Wissensch., Leipzig 1852). — Milde, De sporarum Equisetorum germinatione. (Inaugural-Dissertation) Breslau 1850. — Derselbe, Zur Entwickelungsgeschichte der Equiseten und Rhizocarpeen (Nov. Acta acad. Leop. Carol. T. XXIII, 2, 1852). — Derselbe, Das Auftreten der Archegonien am Vorkeim von *Equisetum Telmateja* (Flora, 1852). — Pringsheim, Notiz über die Schleuderer von *Equisetum* (Bot. Ztg. 1853). — Bischoff, Bemerkungen zur Entwickelungsgeschichte der Equiseten (Bot. Ztg. 1853). — Cramer, C., Längenwachstum und Gewebebildung bei *Equisetum arvense* und *sylvaticum* (Pflanzenphysiologische Untersuchungen von Naegeli und Cramer. III. 1855). — Sanio, Über Epidermis und Spaltöffnungen der Equiseten (Linnaea, Bd. XXIX). — Derselbe, Beitrag zur Kenntnis der Entwickelung der Sporen von *Equisetum palustra* (Bot. Ztg. 1856). — Milde, J., Die Gefäßkryptogamen Schlesiens. (Nov. Act. Acad. Leopold. Carolin. Vol. XXVI. P. II). 1858. — Hofmeister, Zusätze u. Berichtigungen etc. (Jahrb. f. wiss. Bot. III) 1863. — Duval-Jouve, Histoire naturelle des *Equisetum* de France. Paris 1864. — Schacht, Die Spermatozoïden im Pflanzenreiche. Braunschweig 1864. — Strasburger, E., Ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Spaltöffnungen (Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik. V, 1866/67). — Reess, Entwickelungsgeschichte der Stammspitze von *Equisetum* (Jahrb. f. wiss. Bot. VI. 1867). — Milde, Monographia Equisetorum (Nov. Acta Acad. Leop. Carol.), auch in: Filices Europae et Atlantidis, Leipzig 1867. — Naegeli und Leitgeb, Entstehung und Wachstum der Wurzeln (Beiträge zur wiss. Bot. von Naegeli, Heft IV. München 1867). — Pfitzer, Über die Schutzscheide der deutschen Equiseten (Jahrb. f. wiss. Bot. VI. 1867). — Roze, Les anthérozoides des Cryptogames (Ann. d. sc. nat. V. Série t. VII. 1867). — Russow, Vergl. Unters. über die Leitbündelkryptogamen (Mém. de l'Acad. impér. d. sc. d. St. Pétersbourg. VII. Série. 1872). — Janczewski, Über die Archegonien (Bot. Ztg. 1872). — Sadebeck, Die Antheridieneentwickelung der Schachtelhalme (Sitz.-Ber. Ges. Naturforsch. Fr. z. Berlin, 1875). — Strasburger, E., Studien über das Protoplasma. Jena 1876. — Famintzin, Über Knospenbildung bei Equisetum (Bull. de l'Acad. d. sc. de St. Pétersbourg. 1876). — E. v. Janczewski, Recherches s. l. développement des bourgeons dans les Prêles (Mém. d. l. soc. d. sc. nat. d. Cherbourg.

T. XX. 1876). — Tomaschek, Zur Entwickelungsgeschichte (Palingenese) von *Equisetum* (Sitz. Ber. d. k. k. Akad. d. Wiss. zu Wien, 1877). — Sadebeck, Die Entwickelung des Keimes der Schachtelhalme (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XI. 1877). — Ders., Kritische Aphorismen über die Entwickelungsgeschichte der höheren Kryptogamen (Verh. des naturwiss. Ver. zu Hamburg. 1879). — Ders., Die Gefäßkryptogamen (in Schenk's Handbuch der Botanik, Breslau 1879/80). — Goebel, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Sporangien (Bot. Ztg. 1880—1881). — De Bary, Notiz über die Elateren von *Equisetum* (Bot. Ztg. 1881). — Stahl, E., Einfluss der Beleuchtungsrichtung auf die Teilung der Equisetensporen (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. III. 1885). — Potonié, H., Über die Zusammensetzung der Leitbündel bei den Gefäßkryptogamen (Jahrb. d. K. Bot. Gartens und Museums z. Berlin. II. 1883). — Ders., Aus der Anatomie lebender Pteridophyten (Abhandl. zur geolog. Specialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten. Band VII. 1887). — Westermaier, M., Untersuchungen über die Bedeutung toter Röhren und lebender Zellen für die Wasserbewegung in der Pflanze (Sitz.-Ber. d. K. Preuß. Akad. d. Wiss. zu Berlin. 1884). — Goebel, Vergleichende Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane (in Schenk's Handbuch der Bot. III. 1884). — Leitgeb, Über Bau und Entwickelung der Sporenhäute, Gratz, 1884. — Goebel, über die Fruchtsprosse der Equiseten (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1886). — Baker, J. G., Handbook of the Fern-Allies. London, 1887. — Buchtien, O., Entwickelungsgeschichte des Prothalliums von Equisetum. Cassel, 1887. — Guignard, L., Sur les anthérozoïdes des Marsiliacées et des Equisetacées (Bull. d. l. soc. bot. de France. 1889). — Müller, C., Über den Bau der Commissuren der Equisetenscheiden (Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XIX). — Luerssen, Chr., Die Farnpflanzen. Leipzig 1889. — Leclerc du Sablon, Sur les tubercules des Equisétacées (Rev. gén. Bot. IV. 1892). — Cormack, B. G., Cambial development in Equisetum (Ann. of. Bot. VII. 1893). — Mangin, K., Recherches sur les composées pectiques. IV. Etude anatomique des parenchyms mous (Journ. d. Bot. VII. 1893). — Klinge, Die Schachtelhalme von Est-, Liv- und Curland (Monographien zur Flora von Est-, Liv- und Curland, Fasc. I. 8°. Dorpat 1882). — Volkens, G., Über Wasserausscheidung in liquider Form an den Blättern höherer Pflanzen (Jahrb. des Kgl. Bot. Gartens u. Museums zu Berlin. Bd. II. 1883). — Bower, F. O., Studies in the Morphology of Spore-producing Members. — Equisetineae and Lycopodineae (Philos. Transact. of the Royal Society of London. Vol. 185. 1894). — Schellenberg, H. C., Zur Entwickelungsgeschichte der Equisetenscheiden (Deutsche Bot. Ges. XIII. 1895). — Glück, H., Die Sporophyllmetamorphose (Flora LXXX. 1895). — Kny, L., Einfluss von Zug und Druck auf die Richtung der Scheidewand (Ber. d. deutsch. Bot. Ges. XIV. 1896). — Vidal, L., Sur la présence de substances pectiques dans la membrane des cellules endodermiques de la racine des *Equisetum* (Journ. de Bot. X. 1896). — Osterhout, Entstehung der karyokinetischen Spindel bei *Equisetum* (Pringsh. Bot. Jahrb. XXX. 1897). — Ascherson, P., und Graebner, P., Synopsis der mitteleuropäischen Flora. I. Leipzig, 1896/98. — Belajeff, Über die Spermatogenese bei den Schachtelhalmen (Ber. d. deutsch. Bot. Ges. XV. 1897). — Tacke und Weber, Die Bekämpfung des Duwok. Bremen 1897. — Belajeff, Über die Cilienbildner in den spermatogenen Zellen (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XVI. 1898). — Forest Heald, F. de, Conditions for the germination of the spores of Bryophytes and Pteridophytes (Bot. Gaz. XXVI. 1898). — Jeffrey, Edw. C., The development, structure, and affinities of the genus *Equisetum* (Mem. of the Boston Soc. of Nat. Hist., Vol. 5. Nr. 5, April 1899).

Vegetationsorgane. Allgemeines. — Die Arten der Gattung *Equisetum* sind sämtlich perennierende, durch einen z. T. hohen Kieselsäuregehalt ausgezeichnete Pflanzen mit einem unterirdischen, kriechenden, mehr oder weniger verzweigtem Rhizom, welches allein ausdauert und alljährlich oberirdische Sprosse entsendet. Die Rhizome kriechen meist etwa $^1/_2$ m unter der Oberfläche, doch findet man sie auch noch in viel größerer Tiefe. Sie verbreiten sich oft über eine Fläche von 3—15 qm und mehr und können daher auch eine Gefahr für die Landwirtschaft bilden. Die oberirdischen Sprosse bleiben meist nur während einer Vegetationsperiode erhalten und sind nur bei wenigen Arten (z. B. *Equisetum hiemale*, *E. trachyodon*, *E. scirpoides*) im stande, mehrere Jahre auszudauern. In ihrem Bau stimmen unterirdische und oberirdische Sprosse im allgemeinen überein; ein jeder Spross besteht aus einer Reihe von Internodien, welche bei den unterirdischen Sprossen mehr oder weniger solide, bei den oberirdischen dagegen meist hohl sind, an den Knoten jedoch durch dünne Querwände (Diaphragmen) voneinander getrennt werden (Fig. 321). Jedes Internodium geht in einen Blattquirl

über, dessen Scheiden zu einer einzigen, das nächst höhere Internodium rings umfassenden (einschachtelnden) Blattscheide verwachsen sind, welche aber an ihrem oberen Rande in mehrere Zipfel oder Zähne sich spaltet. An den Stellen, wo zwei benachbarte Blätter verwachsen sind, findet man je eine Einsenkung, die Commissuralfurche. Die Internodien der oberirdischen Sprosse, weniger diejenigen der unterirdischen Rhizome werden von längs verlaufenden, parallelen Leisten oder Riefen (carinae) und den von diesen eingeschlossenen Rillen oder Rinnen (valleculae) durchzogen, welche mit den Rillen und Riefen der benachbarten Internodien alternieren. An den unterirdischen Sprossen fehlen diese Riefen und Rillen mitunter ganz, und die Rhizome sind glatt und drehrund.

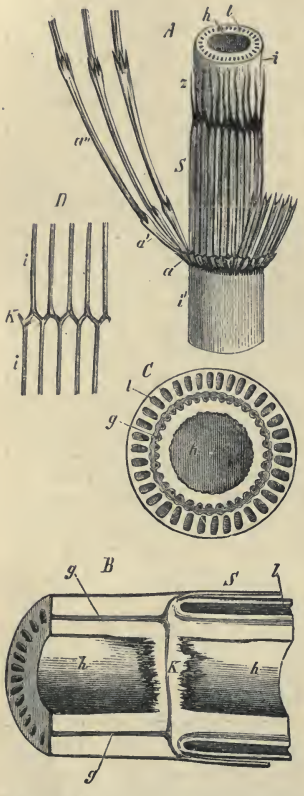


Fig. 321. *Equisetum maximum* Lam. *A* Stück eines aufrechten Stammes in nat. Gr.; *i*, *i'* Internodien, *h* Centralhöhle derselben, *l* Vallecularhöhlen, *S* Blattscheide, *z* deren Zipfel, *a*, *a'*, *a''* die unteren Glieder dünner Laubsprosse. — *B* Längsschnitt eines Rhizoms, etwa 2mal vergrößert; *K* Diaphragma (Querwand zwischen den Höhlungen), *h h* die Centralhöhle, *g* Mestombündel, *l* Vallecularhöhlen, *S* Blattscheide. — *C* Querschnitt eines Rhizoms, etwa 2mal vergrößert, *g*, *h* und *l* wie bei *B*. — *D* Die alternierenden Mestombündelverbindungen zweier übereinander liegender Internodien *i*, bei *K* der Knoten. (Nach Sachs.)

Die von den unterirdischen Sprossen entsendeten oberirdischen Sprosse werden bereits während der vorhergehenden Vegetationsperiode angelegt und verharren während des Winters unter der Erde, sind jedoch dann bei vielen Arten schon so weit ausgebildet, dass sie mit dem Beginn der nächsten Vegetationsperiode nur einer Streckung der bis dahin sehr verkürzten Internodien bedürfen, um über die Erde hervorzutreten.

Dies findet man besonders deutlich an den fertilen Sprossen von *E. arvense* und *maximum*, deren Sporangienstände bereits im Herbst fast vollständig entwickelt werden, aber erst mit dem Beginn des nächsten Frühjahres oberirdisch hervortreten. Die Blattscheiden dieser fertilen Sprosse sind bedeutend länger, als diejenigen der sterilen Sprosse und bilden daher Schutzorgane für die schon im Sommer und Herbst vor der Entfaltung angelegten Sporangienähren (man vergl. auch Fig. 332). Da die Stengelinternodien ihre Länge erst durch intercalares Wachstum im Frühjahr erreichen, liegen während des Winters eine Anzahl von Scheiden ineinander geschachtelt über der Ährenanlage. Die fertilen Sprosse dieser beiden Arten sind stets unverzweigt und chlorophyllfrei, haben keine Spaltöffnungen und sterben nach der Entleerung der Sporangien ab; ihnen folgen im Laufe der Vegetationsperiode nur noch sterile Sprosse (*Equiseta ametabola* s. *vernalia* A. Br). — Bei *Equisetum pratense* und *E. silvaticum* sind die fertilen Sprosse anfangs denen des *E. maximum* und *E. arvense* gleich, aber sie sterben nach der Sporenaussaat nicht ab, sondern werfen nur den fertilen Gipfel ab und werden sodann den sterilen oberirdischen Sprossen, welche ziemlich gleichzeitig mit ihnen hervortreten, völlig ähnlich (*Equiseta metabola* s. *subvernalia* A. Br.). — Bei den übrigen Equisetumarten dagegen sind die oberirdischen sterilen und fertilen Stengel im Bau, Entwickelung von Chlorophyll und Spaltöffnungen und in der Verzweigung einander gleich, und das Ährchen erlangt erst, wie z. B. bei *E. Heleocharis* im Frühjahr nach der Streckung der sie tragenden Achse seine volle Ausbildung. A. Braun bezeichnete diese Arten als *E. homophyadica* und fasste diesen gegenüber die *Equiseta vernalia* und die *E. subvernalia* als *Equiseta heterophyadica* zusammen. Indessen lassen sich so scharfe Grenzen zwischen den heterophyadischen und den homophyadischen Equiseten nicht ziehen, diese Gruppen sind aber für die spezielle Systematik verwertbar. Goebel fand nämlich, dass aus den unteren Internodien der Fruchtsprosse

von *Equisetum arvense*, welche von der Pflanze abgenommen und in einen feuchten Raum oder in Wasser gebracht worden waren, sich grüne Seitensprosse entwickelten, dass also der Fruchtspross zur vegetativen Form zurückkehrte.

Die für die Gliederung des Pflanzenkörpers entscheidenden Wachstumsvorgänge finden also unter der Erde statt; die oberirdische Entfaltung hat dagegen die Funktion der Sporenaussaat und der Assimilation durch das chlorophyllreiche Assimilationsparenchym (Rinde). Die hierdurch erzeugte Stärke wird nebst anderen Reservestoffen in unterirdischen Sprossen abgelagert, welche alsdann zur Produktion neuer Sprosse befähigt sind. Bei manchen Arten (z. B. *Equisetum arvense*, *maximum*, *silvaticum*, *palustre*) schwellen einzelne oder mehrere Internodien zu eirunden, birnförmigen oder länglichen Knollen (Fig. 322) an. Jede derselben trägt an ihrem Ende eine Knospe, aus welcher sich eine neue Knolle bilden kann; man findet daher mitunter eine Anzahl Knollen rosenkranz-

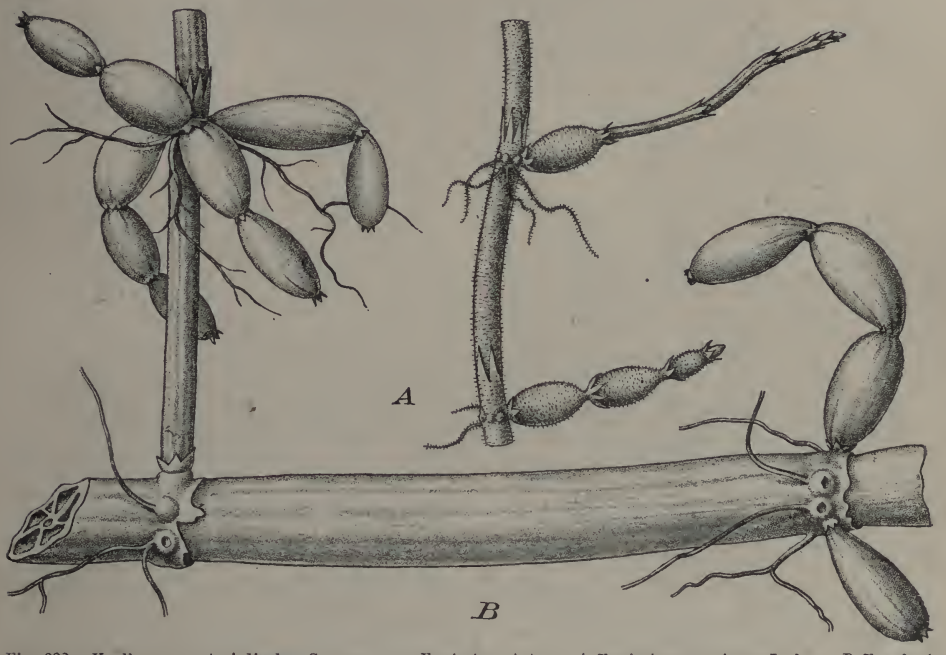


Fig. 322. Knollen an unterirdischen Sprossen von *Equisetum*-Arten. *A Equisetum maximum* Lmk. — *B E. palustre* L. Nat. Gr. (Nach Duval-Jouve.)

artig aneinander gereiht. Nicht selten aber entwickelt sich aus einer solchen Knospe keine neue Knolle, sondern ein gewöhnliches Internodium, welchem dann noch mehrere solche folgen können, so dass die Knolle oder die Knollen in einem einfachen, unterirdischen Sprosse endigen. Die Knollen vermögen unter günstigen Bedingungen auch noch nach längerer Ruhezeit neue Sprosse hervorzubringen, selbst dann, wenn sie von der Mutterpflanze gewaltsam abgetrennt werden. Über die Verzweigungen und die Wurzeln vergl. man unten.

Die Vorgänge am Vegetationskegel und der anatomische Bau des Stammes. — Das Stammende, welches von zahlreichen jungen Blattscheiden umhüllt wird, ist durch eine verhältnismäßig sehr große Scheitelzelle ausgezeichnet, deren Segmentierungen deutlich zur Anschauung gelangen (Fig. 323). Die bei der Entwickelung des Embryos gebildete tetraëdrische Scheitelzelle (man vergl. S. 542) bleibt nebst der durch dieselbe eingeleiteten Teilungsfolge der jüngsten Zellwände auch der erwachsenen Pflanze erhalten; es wird ein stetiger Turnus von drei gleichartig aufeinander folgenden antiklinen

Zellwänden gebildet, derart, dass die homologen Wände der einzelnen Umläufe einander parallel bleiben, und es wird demnach am Scheitel fortdauernd eine (dem Embryooctanten ähnliche) dreiflächig zugespitzte Scheitelzelle ausgesondert. Von den nach Vollendung eines jeden Umlaufes entstandenen drei Segmenten hat ein jedes die Form einer dreiseitigen Tafel, welche oben und unten durch parallele Antiklinen begrenzt wird, während zwei vierseitige Seitenwände von der Peripherie bis zur Mediane verlaufen, und die ebenfalls vierseitige Außenwand des Segmentes der Peripherie des Vegetationskegels angehört (Fig. 323, *B*, *C* und *D*). Die erste Teilung in jedem Segment erfolgt

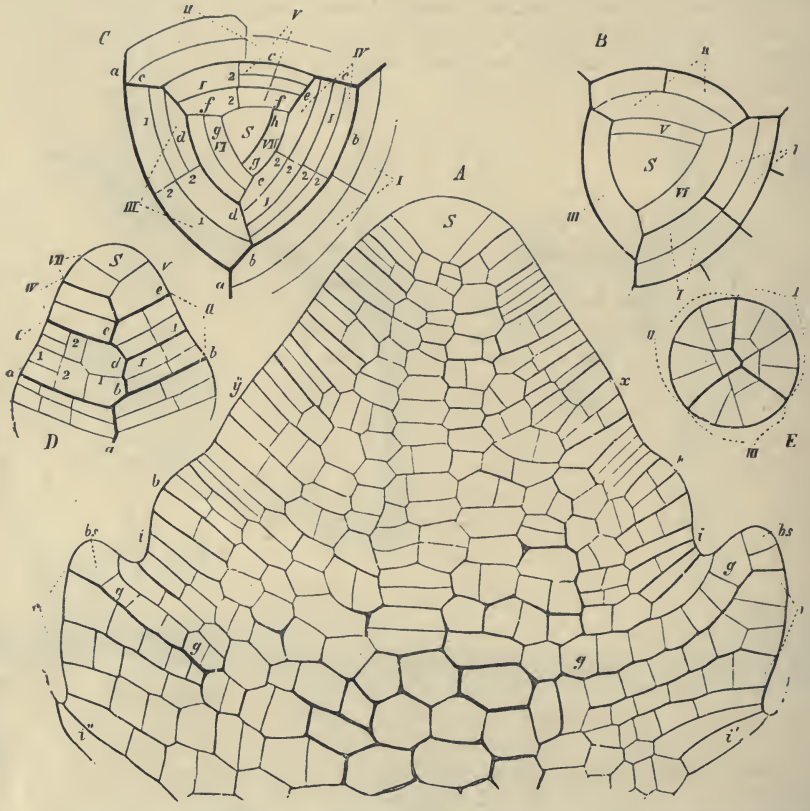


Fig. 323. *A* Längsschnitt des Stammes einer unterirdischen Knospe von *Equisetum maximum* Lmk.; *S* Scheitelzelle, *xy* erste Anlage einer Blattscheide, *bb* eine ältere Anlage, *bs* eine noch weiter vorgeschrittene solche Anlage, *gg* Zellreihen, aus denen das Blattgewebe und dessen Bündel hervorgehen, *ii* die unteren Zellschichten der Segmente, die sich an der Blattbildung beteiligen. — *B* Horizontalprojection der Scheitelansicht eines Stammes von *Equisetum maximum* Lmk. *S* die Scheitelzelle, *I—V* die successiven Segmente, die älteren weiter geteilt. — *C—E Equisetum arvense* L. *C* Horizontalprojection der Scheitelansicht, *D* optischer Längsschnitt eines sehr schmächtigen Vegetationskegels, *E* Querschnitt des Vegetationskegels nach dem Auftreten der Sextantenwände und der ersten periklinen Wände. Bei *C—E* bezeichnen die römischen Ziffern die Segmente, die arabischen die in ihnen auftretenden Wände ihrer Reihenfolge nach, die Buchstaben die Hauptwände der Segmente.(*A* und *B* nach Sachs; *C—E* nach Cramer.)

durch eine den antiklinen Hauptwänden parallele Wand (Halbierungswand), durch welche jedes Segment (wie bei den Salviniaceen) in zwei gleiche, übereinander liegende Scheiben geteilt wird (Fig. 323, *C* und *D*), worauf dann jede solche Segmenthälfte nochmals annähernd halbiert wird, jetzt jedoch durch eine antikline, fast radiale Teilungswand, Sextantenwand (Fig. 323), welche auf den antiklinen Hauptwänden des Segmentes senkrecht steht, aber nicht ganz bis zum Centrum reicht (Fig. 323, *E*), da sie vorher an eine (die anodische) Seitenwand des Segmentes ansetzt. Alsdann erst treten perikline Teilungswände auf (Fig. 323), welche die Sextantenzellen in innere und äußere trennen.

Die inneren derselben liefern das Mark des Vegetationskegels (Fig. 324), welches der Streckung und besonders dem Dickenwachstum des jungen Stammendes nicht zu folgen vermag, sondern allmählich desorganisiert wird bis auf eine Querwand (Diaphragma), welche an der Basis jedes Internodiums als Knotenquerplatte erhalten bleibt. Während somit in lysigener Entstehungsweise in jedem Internodium ein centraler Luftgang gebildet wird, erzeugen die äußeren Zellen (Sextantenzellen) nach mehreren unregelmäßig aufeinander folgenden periklinen und antiklinen Teilungen allein das Dauergewebe des Stammes, resp. der hohlen Internodien.

Die Blätter (man vergl. oben) nehmen ihren Ursprung von Außenzellen des Vegetationskegels (Fig. 324), welche sich in ringförmig angeordneten Gruppen nach außen hin

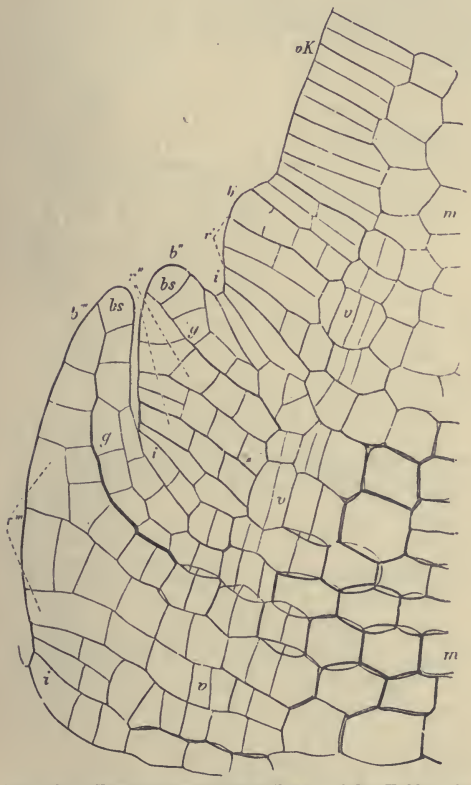


Fig. 324. *Equisetum maximum* Lmk., linke Hälfte eines radialen Längsschnittes unterhalb des Scheitels einer unterirdischen Knospe (im September); *vK* unterer Teil des Vegetationskegels; *b'*, *b''*, *b'''* Blätter; *m*, *m* Mark; *v*, *v*, *v* Verdickungs-, bez. Meristemring; *gg* Zellschicht, aus welcher das Bündel des Blattzipfels entsteht; *i*, *i* erste Anlage eines Zweiges. (Nach Sachs.)

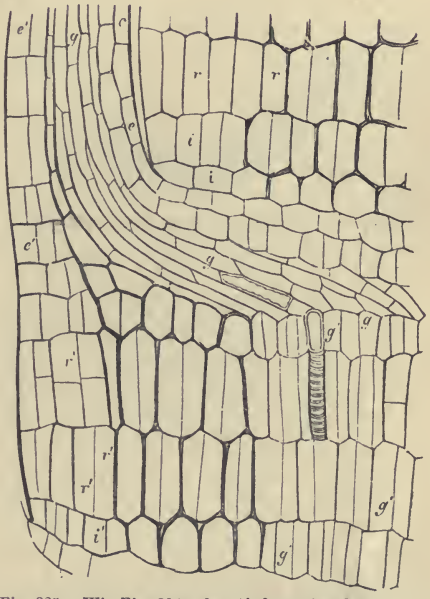


Fig. 325. Wie Fig. 324, aber tiefer unter dem Scheitel; zeigt die weiter fortschreitende Differenzierung von Blattscheide und Internodium. — *ee* die innere, *e'e'* die äußere Epidermis der Blattscheide; *rr* Rinde des oberen, *r' r' r'* die des unteren Internodiums; *gg* der dem Blatt zugehörige Schenkel des Leitbündels, *g' g' g'* der dem Internodium angehörende, absteigende Schenkel desselben; wo sie zusammentreffen, entsteht die erste Ringhydroïde. (Nach Sachs.)

strecken und allmählich einen den Vegetationskegel ringförmig umgebenden Wall, die Scheidenanlage, bilden, aus welchem die Zipfel oder Zähne hervorgehen. Dieser Ringwall wächst anfangs gleichmäßig in die Höhe; nach kurzer Zeit aber eilt an bestimmten Punkten der Scheitelzone je eine Zelle im Längenwachstum den übrigen voraus und wird zur Scheitelzelle des primären Scheidenzahnes. Durch wiederholte Gabelung desselben entsteht die definitive Anzahl von Scheidenzähnen, resp. -zipfeln. Zugleich beschränkt sich das Dickenwachstum der Scheide im wesentlichen auf die in der Mediane der Zahnanlagen gebildeten Zellen. Eine in der viert- bis fünftjüngsten Blattanlage eintretende, sehr

erhebliche Streckung der Endzellen jedes Zahnes vergrößert deren Längsdurchmesser um das Drei- bis Vierfache, bei *Equisetum maximum* nach Duval-Jouve sogar um das Zehnfache. Diese Streckung, sowie überhaupt das Wachstum der Zahnanlagen voll-

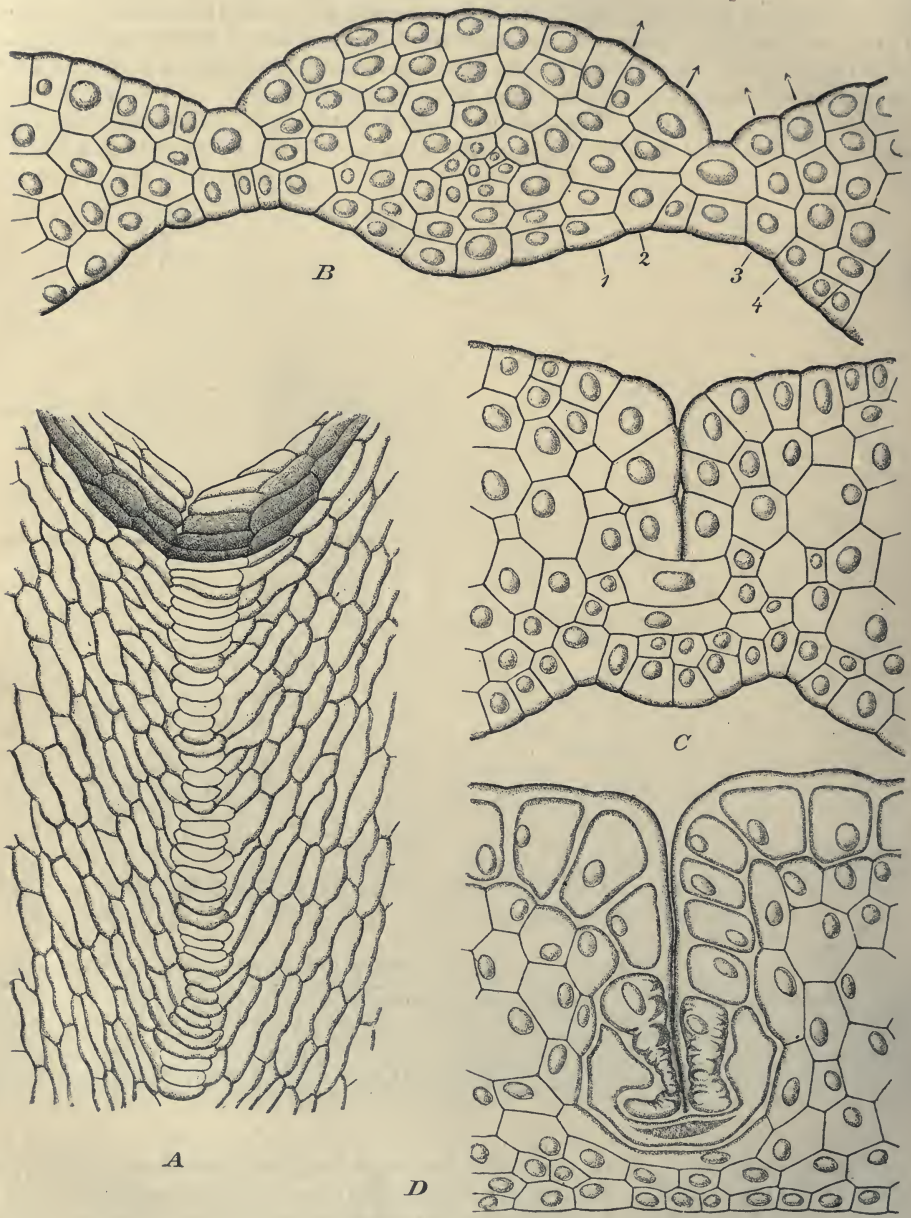


Fig. 326. Entwickelung der Commissuren der Blattscheiden. *A* Oberer Teil einer Commissurmediane von *Equisetum Heleocharis* Ehrh. Die Ankerzellen bilden eine scharf markierte Mittellinie. Nach rechts und links gehen die Curvenäste nach den Zahnspitzen aufstrebend ab. 90 mal vergr. — *B—D* Entwickelung der Ankerzellen von *Equisetum hiemale* L. auf Querschnitten durch Scheiden verschiedenen Alters; 350 mal vergr. *B* Querschnitt durch eine meristematische Scheide aus einer Stammknospe. Die Commissur ist zweischichtig (oben die Ankerzelle). *C* Querschnitt durch eine ältere Scheide; die den Ankerzellen unmittelbar benachbarten Epidermiszellen der Außenseite haben sich über die (in der Figur oberen) Ankerzelle hinweggewölbt und nur eine Spalte frei gelassen. *D* Querschnitt durch eine völlig ausgebildete Scheide. (Nach C. Müller.)

zieht sich bei vielen Arten ziemlich schnell, schon bei der siebenten oder achten Scheide werden diese Bildungen braun.

Bei der Entwickelung des Blattes bildet sich bereits an der Basis der dritt- oder viertjüngsten Scheide ein ringförmiges Meristem aus, welches ein intercalares Wachstum der Scheide veranlasst. In der vierten oder fünften Scheide finden in einer unmittelbar an das Meristem anschließenden Zellreihe, der Commissur, Teilungen statt, welche intensiver sind, als diejenigen der Nachbarzellen. Die dadurch entstandenen Zellen werden breit und kurz; es sind dies die sog. Ankerzellen (Fig. 326), die Anlagen für das Gewebe an der Grenze je zweier benachbarter Blätter. Wenn die Scheide wächst, bilden sich auch neue Ankerzellen, aber nur von unten her (Fig. 326, *C*).

Die Zellen der Zahnmediane strecken sich aber bedeutender, als die Ankerzellen und werden daher auf ein höheres Niveau heraufgehoben, als die letzteren. Auf diese wird dadurch ein Zug ausgeübt, demzufolge sie sich nach Schellenbach in der Zugrichtung verlängern und mit den vorgeschobenen Zellen der Zahnmediane durch Linien, die sog. Kettenlinien C. Müller's, verbinden. C. Müller, der sich sehr eingehend mit diesem Gegenstande beschäftigt hat, ist dagegen der Ansicht, dass die Kettenlinien durch das Auswachsen der Zellen der Zahnspitzen entstehen.

In der Knospenlage sind die Zähne bekanntlich bis oben verwachsen und bedecken den Vegetationskegel kuppelartig. Wenn aber durch das Hervorwachsen des Vegetationskegels die einzelnen Zähne getrennt werden, reißen die zarten, dünnen Membranen der Commissuren bis zu den Ankerzellen herab, von denen auch die obersten noch mit zerrissen werden, während die folgenden Ankerzellen verhindern, dass der Riss weiter geht. (Über die Entwickelung der Commissuren s. man die Erklärung zu Fig. 326).

In der Mediane der Zipfelanlagen findet eine Steigerung des Dickenwachstums und die Differenzierung eines Leitbündels statt; dasselbe läuft geradlinig und parallel mit den anderen Bündeln in das Internodium herab, bis zum nächstälteren Knoten, wo es sich in kurze Gabeläste spaltet und mit den Bündeln des darauf folgenden Internodiums alterniert (Fig. 321, *D*).

Die Bündel eines jungen Internodiums nehmen ihren Ursprung von einem Meristemringe, der durch zahlreiche Längsteilungen seine beginnende Differenzierung zu Bündelelementen bekundet (Fig. 322 *v*), während die äußeren Gewebeschichten die Rinde des Stammes erzeugen, zwischen deren Zellen später luftführende Interstitien, die sog. Vallecularhöhlen, auftreten. Dieselben erscheinen auf dem Querschnitt des Stengels in kreisförmiger Anordnung (Fig. 321, *B* u. *C*) und entsprechen den Rillen (Valleculae) der Stengeloberfläche; es sind dies zugleich die Partien des Rindengewebes, in denen das Dickenwachstum weniger fortschreitet, wogegen dasselbe in den dazwischen liegenden Teilen eine oft erhebliche Steigung erfährt und somit die Bildung der Riefen oder Längsleisten (carinae) der Stengeloberfläche veranlasst. Mit diesen letzteren auf demselben Radius, mit den Vallecularhöhlen also alternierend, liegen die Leitbündel (Fig. 321, *C*). Dieselben haben einen ausgeprägt collateralen Bau und erzeugen an ihrer Innenseite je eine, dem Verlaufe des ganzen Bündels folgende Lacune, Carinalhöhle, während der äußere Teil des Bündels zu vollständiger Ausbildung gelangt und persistiert. Die Entstehung der Carinalhöhle ist eine schizogene, da an der Wand der Erstlingshydroïden eine Trennung des ursprünglich zusammenhängenden Gewebes eintritt. Die Erstlingshydroïden werden dabei durch die peripherische Dehnung des umgebenden Gewebes seitlich voneinander entfernt und bleiben an dem Rande der dadurch entstehenden Lacune haften. Da aber die Trennung vor vollendeter Streckung der Teile erfolgt, werden sie zugleich in der Längsrichtung verzerrt und endlich bis auf die der Wand der Lacune anhaftende Verdickungsfaser zerstört.

Der Bau des oberirdischen Stengels der erwachsenen Pflanze, für welche *Equisetum hiemale* (Fig. 327 *A*) als Beispiel dienen mag, ist folgender. Die Epidermis wird aus stereomatischen, stark verkieselten Zellen gebildet und grenzt unmittelbar an einen Stereomcylinder (*s*), von welchem in das Innere des Stengels hinein Leisten, und zwar abwechselnd eine sehr kleine (s^2) und eine große (s^1) abgehen. Zwischen diesen

befindet sich Assimilationsparenchym (*a*). Stereomcylinder und Assimilationsparenchym bilden die Rinde. Vor jeder großen Leiste (s^1) liegt im Grundparenchym ein Mestombündel (*m*), vor jeder kleinen Leiste (s^2) eine große Lacune, die Vallecularhöhle (*i*). Zwei gemeinsame Schutzscheiden (Endodermis) (e^1 und e^2), die an den durch Wellung der Membranen gebildeten »Caspary'schen Punkten« (*c* in Fig. 327, *B*) zu erkennen sind, umschließen die Mestombündel (Fig. 327, *A*) und grenzen sie einerseits von außen, andererseits vom Centrum ab. Bei *E. Heleocharis* hat dagegen jedes Bündel seine besondere Endodermis, eine gemeinsame Endodermis aller Bündel ist also nicht vorhanden.

Die Ausbildung und Lage der mehr oder weniger dunkel tingierten Endodermis ist bei den einzelnen Arten verschieden und daher für die specielle Systematik zu verwerten. In den Internodien der oberirdischen Sprosse umscheidet die Endodermis bei *Equisetum Heleocharis* jedes einzelne Bündel, bei *Equisetum arvense*, *maximum*, *silvaticum*, *pratense*, *palustre* und *scirpoides* umgiebt sie von außen den Bündelkreis

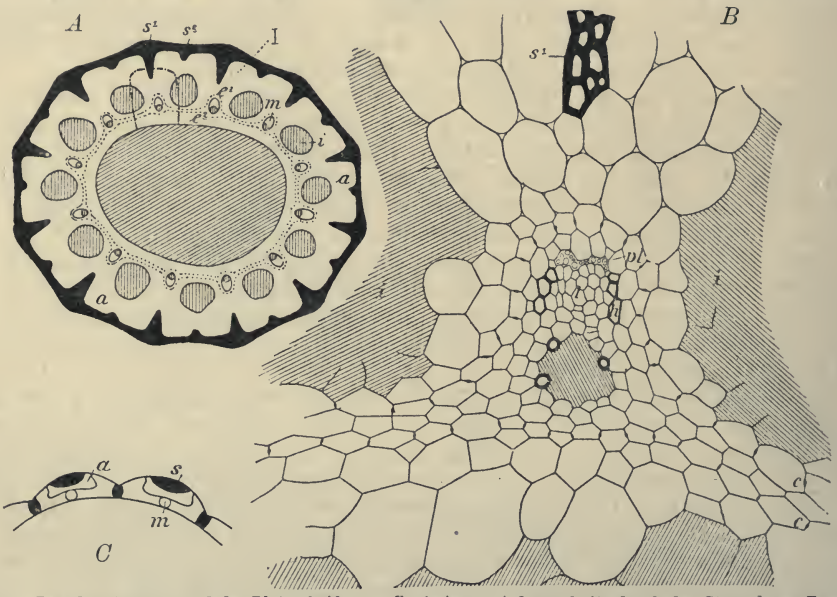


Fig. 327. Bau des Stengels und der Blattscheide von *Equisetum*. *A* Querschnitt durch den Stengel von *Equisetum hiemale* L. *s* Stereom, *a* Assimilationsparenchym, *i* Vallecularhöhle, *m* Mestombündel mit Carinalhöhle, e^1 und e^2 gemeinsame äußere nnd innere Endodermis. — *B* Querschnitt durch ein Mestombündel von *Equisetum hiemale* L. *h* Hydrom, *l* Leptom, *pl* Protoleptom, *c* Caspary'sche Punkte der Endodermis, *s'* größere Stereomleiste, *i* Vallecularhöhlen. — *C* Querschnitt durch 2 Blätter der Scheide von *Equisetum silvaticum* L. *s* Stereom, *a* Assimilationsparenchym, *m* Mestombündel; zwischen den Blättern die Commissurfurche. (Nach Potonié.)

in seiner Gesamtheit und springt nur zwischen je zwei Bündeln etwas nach innen vor. Zu dieser Gesamtendodermis kommt bei *E. hiemale*, *trachyodon*, *ramosissimum* und *variegatum* noch eine innere Gesamtendodermis, welche an der ganzen Innenseite des Bündelringes verläuft (Fig. 327, *A*, e^2). In den Internodien der unterirdischen Sprosse dagegen treten einige Verschiedenheiten von dem eben angedeuteten Verlauf der Endodermis auf, so namentlich bei *E. hiemale*, *ramosissimum*, *trachyodon*, wo jedes einzelne Bündel, wie bei *E. Heleocharis*, noch durch eine Einzelendodermis umscheidet wird, und bei *E. silvaticum*, wo in dem Rhizom noch eine innere Gesamtendodermis zur Ausbildung gelangt. Bei den meisten der untersuchten Arten freilich, bei *E. arvense*, *maximum*, *palustre*, *scirpoides*, *Heleocharis*, *variegatum* sind derartige Abweichungen nicht vorhanden, aber die Endodermis der unterirdischen knollenartigen Anschwellungen stimmt mit derjenigen der anderen unterirdischen Internodien derselben Pflanze nicht überein. Pfitzer fand z. B. in den Knollen von *E. palustre*, *arvense* und *silvaticum* die Bündel von je einer Einzelendodermis umgeben, wie bei *E. Heleocharis*.

Fig. 327, *B* zeigt den Bau des ausgebildeten collateralen Mestombündels von *Equisetum hiemale*. An dem nach außen gerichteten peripherischen Teile befindet sich das Protoleptom (*pl*) und an seinen beiden Radialleisten je einige Hydromelemente (*h*), zwischen denen sich das Leptom (*l*) ausbreitet. Der nach dem Centrum gewendete Teil wird von einer Lacune (Carinalhöhle) eingenommen, an deren Rande die Querschnitte durch drei Erstlingshydroïden mit ringförmigen Verdickungen (bei anderen Arten die bloßen Ringe von resorbierten Hydroïden) bemerkbar sind. Diese Lacune (Carinalhöhle) und die Hydroïden werden von Amylomzellen umgeben, welche (wie auch bei den meisten Liliaceen) ohne scharfe Grenze in das dickwandige Grundparenchym übergehen. Die Carinalhöhlen dienen nach Westermaier als Wasserreservoir und als Wasserleitungsbahnen.

Die Stengel wachsen intercalar in die Länge und besitzen an ihren Knoten das wachstumsfähige Gewebe. An diesen Stellen bedürfen sie daher eines besonderen mechanischen Schutzes, der ihnen durch die Scheiden geboten wird. Dieselben umschließen die genannten wachstumsfähigen und weicheren Gewebeteile wie eine Manchette, welche, wie bereits oben mitgeteilt, durch die Verwachsung mehrerer Blattscheiden entsteht.

Bei *Equisetum silvaticum* L. (Fig. 327, *C*) hat jedes Blatt im Querschnitt ungefähr die Form einer Mondsichel. An der convexen Stelle derselben erblicken wir Stereom (*s*), und gegenüber der concaven Seite den Querschnitt durch ein kleines Mestombündel (*m*). Zwischen diesem und dem Stereom liegt ein Band von Assimilationsparenchym (*a*). Die von Stereom eingenommenen Ecken der Sichel sind mit den entsprechenden Stellen der Nachbarblätter verwachsen.

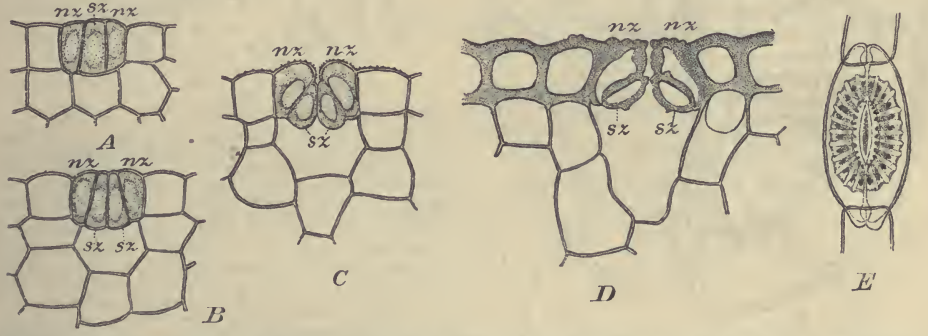


Fig. 328. Spaltöffnungen von *Equisetum Heleocharis* Ehrh. *A—D* Entwickelung derselben im Querschnitt (vergl. Text), *sz* Schließzellen, *nz* Nebenzellen. *E* eine ausgebildete Spaltöffnung, Ansicht von der Innenfläche; die verkieselten, radialen Verdickungsleisten der Nebenzellen sehr deutlich zeigend. *A—D* 350 mal, *E* 250 mal vergr. (Nach Strasburger.)

Die Epidermis wird von länglichen, oft sehr stark verkieselten Zellen gebildet, welche in der Richtung der Achse gestreckt sind, bei den oberirdischen Sprossen besonders auf den Riefen. In den Rillen dieser Sprosse sind die Epidermiszellen weniger gestreckt. Sie entwickeln hier zahlreiche, in Längsreihen angeordnete Spaltöffnungen, welche den unterirdischen Achsen und den nach der Sporenaussaat absterbenden, fertilen Stengeln gänzlich fehlen.

Zwischen jedem Zahn der Blattscheiden einiger *Equisetum*-Arten (*E. arvense* und *Heleocharis*) findet eine liquide Wasserausscheidung in Gestalt eines großen Tropfens statt (Volkens).

Der Bau der ausgebildeten Spaltöffnungen wird am leichtesten mit Hilfe der Entwickelungsgeschichte verständlich. Die Mutterzellen der Spaltöffnungen, welche sich durch eine bedeutende Ansammlung von Protoplasma vor den anderen Epidermiszellen auszeichnen, haben nicht die längliche Gestalt derselben, sondern sind kleiner und annähernd würfelförmig. Bei ihrer Entwickelung nehmen sie an Volumen zu und erfahren succedan zwei in der Richtung der Achse erfolgende antikline Teilungen, so dass die ursprüngliche Mutterzelle in drei nebeneinander liegende Zellen geteilt wird

(Fig. 328, *A*). Mit dem nächsten Teilungsschritt wird die mittlere dieser Zellen durch eine den beiden vorhergehende parallele Antikline halbiert (Fig. 328, *B*), die beiden mittleren Zellen werden zu den Schließzellen (*sz*), die beiden seitlichen zu den Nebenzellen (*nz*). Die letzteren überwölben jedoch im Laufe der weiteren Entwickelung die Schließzellen (Fig. 328, *C*), so dass endlich nur ein enger Kanal übrig bleibt, der zu den letzteren, jetzt unteren Zellen führt. Gleichzeitig damit beginnt von oben und unten her die Bildung der Spalte (Fig. 328 *C* und *D*).

Wie die gesamte Epidermis, so sind auch die Nebenzellen und die Schließzellen der Spaltöffnungen stark verkieselt, was besonders bei Oberflächenansichten der verkieselten, radialen Verdickungsleisten hervortritt (Fig. 328, *E*). Unter der verkieselten Epidermis,

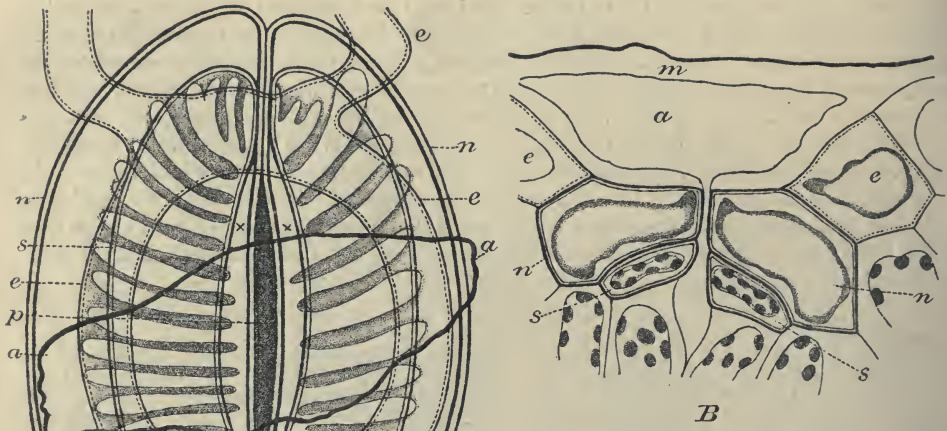


Fig. 329. Spaltöffnung von *Equisetum hiemale* L. *A* Spaltöffnungsapparat bei verschiedener Einstellung in der Reihenfolge der Buchstaben *a*, *e*, *n*, *s* von oben (außen) nach unten (innen) übereinander gezeichnet. *a* die über der Spaltöffnung liegende tiefe Grube der Epidermisoberfläche (in der Zeichnung kräftig contouriert), *e* die an der Seitenwand der Grube vorspringenden, die Nebenzellen umgebenden und noch halb von oben deckenden Epidermiszellen (mit einfacher und gestrichelter Linie contouriert). *s* Schließzellen (das kleinere, doppelt contourierte, bohnenförmige Zellenpaar) und *n* ihre von oben her deckenden Nebenzellen (das größere, doppelt contourierte, bohnenförmige Zellenpaar). — *B* Querschnitt der Spaltöffnung außerhalb der Mitte in der Gegend von xx der Figur *A*, so dass die hier weit nach innen vorspringende Decke des Epidermisgrübchens als lückenlos ausgespannte Membran *m* getroffen wurde; die übrigen Buchstaben wie bei *A*. 670 mal vergr. (Nach Lnerssen.)

welche selbst nach der Maceration und nachherigem Glühen die Umrisse der Zellen und die verkieselten Verdickungsleisten der Spaltöffnungen im wesentlichen noch erkennen lässt, liegt das hypoderme Stereom (Fig. 327, *A*), welches z. B. bei *E. hiemale* sehr stark verkieselt und mit zahlreichen Tüpfelkanälen versehen ist.

Je nach der Beschaffenheit der Spaltöffnungen werden die *Equisetum*-Arten in zwei Sectionen geteilt, Sect. *Euequisetum* und Sect. *Hippochaete* (das Nähere im speciellen Teile). Bei der Sectio *Euequisetum* liegen die Nebenzellen der Spaltöffnungen in gleicher Höhe mit den Epidermiszellen, und die Spalte mündet direkt nach außen (Fig. 328). Bei der Sectio *Hippochaete* dagegen liegen die Nebenzellen unterhalb der Epidermis, die Spalte mündet nicht direkt nach außen, sondern in einen Vorhof, die Grube (Fig. 329), welche durch die verkieselten Fortsätze der Außenwände der benachbarten Epidermiszellen derart bedeckt wird, dass nur eine unregelmäßig gestaltete Öffnung für die Verbindung der atmosphärischen Luft mit der Spaltöffnung frei bleibt. Daher bezeichnete Milde diese Sectio auch als »*Equiseta cryptopora*«, die Sectio *Euequisetum* dagegen als »*Equiseta phaneropora*.

An den Knoten mehrerer (ob aller?) *Equisetum*-Arten findet man extracelluläre

Ausschwitzungen von unlöslichen Pectaten, besonders Calciumpectat, welche bei den einzelnen Arten in verschiedener Weise auftreten. Bei *E. arvense* z. B. ragen sie als kleine, stäbchen- oder knopfförmige Körper in die Intercellularräume hinein, und in den centralen Partien des Knotens finden sich im Grundgewebe radiale Spalten, welche von amorphem Calciumpectat angefüllt sind. *E. Heleocharis* und *trachyodon* sind sehr reich an derartigen Stäbchenbildungen im Rinden- und Markparenchym, letztere Art führt sie auch im Parenchym der Internodien, sowie in der Endodermis der Wurzel. Das Nähere in den Originalarbeiten von Mangin und Vidal.

Fig. 330. *Equisetum arvense* L. Teil eines Längsschnittes des Vegetationskegels; *k* Anlage einer Seitenknospe. — *sh* Blattscheide, *st* Stamm des Vegetationskegels. 200 mal vergr. (Nach Janczewski.)

Bei der Verzweigung, welche allein auf die Entwickelung von Seitenknospen zurückzuführen ist, treten bei *Equisetum arvense* in jedem Internodium des ausgebildeten Stengels wirtelig gestellte, achselständige Äste an den Stellen hervor, welche senkrecht unter dem Winkel zwischen je zwei Scheidenzipfeln liegen, also mit diesen alternieren.

Die Seitenknospen entwickeln sich stets aus je einer äußeren, viereckig prismatischen, länglichen Zelle des Vegetationskegels, dicht unterhalb einer ringförmigen Blattanlage (Fig. 324, *ii*). Diese Zelle (Mutterzelle der Seitenknospe) liegt stets einer Furche der darunter liegenden Blattscheide gegenüber. Bei der Entwickelung tritt zuerst eine antikline Teilungswand auf, welche einer der längeren Wände der Mutterzelle parallel verläuft, worauf sich in derselben eine tetraëdrische Scheitelzelle aussondert (Fig. 330) und der Vegetationskegel der Seitenknospe in ganz gleicher Weise, wie derjenige des Stammes sich entwickelt und Blätter erzeugt. Mit der Anlage der letzteren, also der ersten Blattscheide, krümmt sich aber die Achse der Knospe (Fig. 331, *k*) infolge des bedeutend stärkeren Wachstums der unteren Teile derselben um etwa 45° aufwärts, der Scheitel der Knospe richtet sich also infolge von Hyponastie in die Höhe (Fig. 331). Bald nach der Anlage der Blattscheide nimmt unterhalb derselben auch die erste Wurzel ihre Entstehung von einer Zelle des unteren Knospenteiles (Fig. 331, *w*); ihrer Anlage nach ist also die erste Wurzel der Seitenknospe als eine völlig normale Bildung zu betrachten, welche von dem noch im meristematischen Zustande befindlichen Gewebe erzeugt wird,

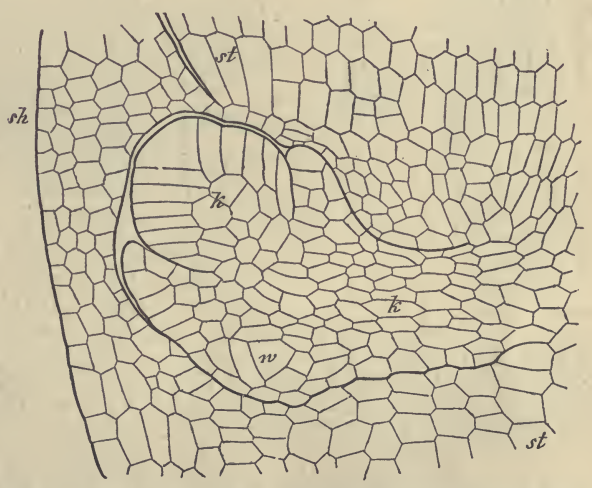


Fig. 331. Wie Fig. 330, aber ein weiteres Entwickelungsstadium der Seitenknospe. — *k* die Knospe mit der bereits mehrfach segmentierten Scheitelzelle, *w* Wurzelanlage der Seitenknospe. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 328. 200 mal vergr. (Nach Janczewski.)

nicht aber von einem Teile des Dauergewebes. Während dieser Vorgänge bleibt die Blattscheide, in deren Achsel die Knospe angelegt worden war, nicht zurück, sondern nimmt schneller und bedeutender an Volumen zu, als die Knospe und umhüllt dieselbe. Da aber außerdem diese Blattscheidenwucherung oberhalb der Knospenanlage mit dem Gewebe des Stammes verwächst (Fig. 331), so wird die Knospe vollständig eingeschlossen und bietet den Anschein eines endogenen Ursprungs, was man früher auch allgemein angenommen hatte. Wenn die Seitenknospen zu weiterer Entwickelung vorschreiten, durchbohren sie die Blattscheide und treten nach außen als schmächtige Zweige hervor, welche quirlartig angeordnet sind. An den Rhizomen von *Equisetum maximum* und *E. arvense* findet man im Herbst sowohl als im ersten Frühjahr die Seitenknospen in allen Entwickelungsstadien, bedeckt von den wiederholt übereinander geschachtelten jungen Blattscheiden (Fig. 332).

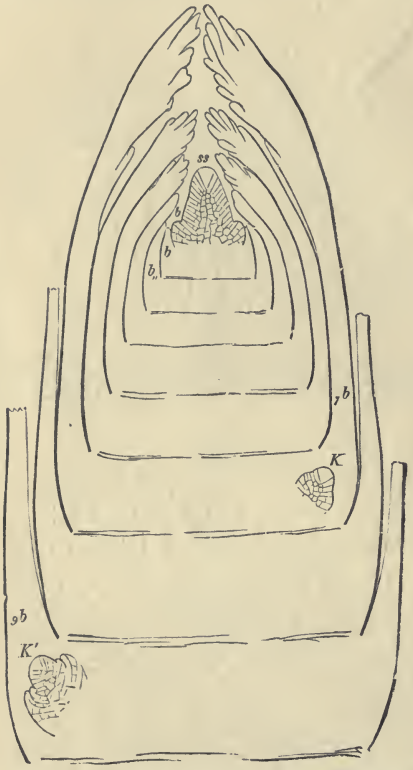


Fig. 332. Längsschnitt durch einen unterirdischen, jungen Spross von *Equisetum arvense* L.; *ss* Scheitelzelle des Stammes; *b* bis $_9b$ die Blätter; *K*, *K'* zwei Seitenknospen. Die Querlinien im Stamm deuten die Lage der Diaphragmen an. Vergr. (Nach Sachs.)

Die Wurzeln, deren Anlage (mit Ausnahme der ersten Wurzel) an den Seitenknospen erfolgt (man vergl. oben), stehen wie diese in Quirlen und sind — gleich der ersten Wurzel am Embryo — normale (nicht adventive) Bildungen; in den Knospen der oberirdischen Sprosse gelangen sie jedoch nicht zu gleicher Vollkommenheit der Entwickelung, wie die Vegetationskegel. Eine solche Wurzel entwickelt sich allerdings anfangs vollständig normal, sie erzeugt eine deutliche Haube am Scheitel, und ihr axiles Gewebe differenziert sich zu Spiralhydroïden, welche mit den Bündeln des untersten Internodiums der Knospe sich vereinigen; hiermit hört aber das weitere Wachstum der Wurzel auf, dieselbe gelangt nun in einen Ruhezustand, ohne unter den gewöhnlichen Verhältnissen je nach außen zu treten. Bei den Seitenknospen der unterirdischen Sprosse dagegen entwickeln sich die Wurzeln vollständig und durchbrechen die sie umgebende Blattscheide, während die Vegetationskegel in einen zeitweiligen Zustand der Ruhe gelangen. Erst gegen Ende des Sommers tritt je eine Knospe eines jeden Internodiums heraus und entwickelt sich zu einem kräftigen Spross, welcher im nächsten Frühjahr zu einem oberirdischen Stengel heranwächst oder — aber seltener — als Zweig des Rhizoms sich entwickelt.

Unter gewissen Bedingungen gelangen mehrere der in Ruhe befindlichen Knospen unterirdischer Stengel zu einer weiteren Entwickelung, so z. B., wenn sie der Einwirkung des Sonnen- oder Tageslichtes ausgesetzt werden; in diesem Falle beobachtete z. B. Duval-Jouve, dass über jedem Quirl von Wurzeln sich ein Quirl grün gefärbter Zweige entwickelte. Umgekehrt können aber auch die ruhenden Wurzeln oberirdischer Knospen zur weiteren Entwickelung gebracht werden, wenn man abgeschnittene, oberirdische Stengel etwa 1—2 cm tief mit Erde bedeckt.

Die Seitenknospen von *Equisetum Heleocharis* sind nicht sämtlich nach einem und demselben Typus gebaut, wie z. B. bei *E. arvense*, sondern man findet bei dem ersteren zwei streng gesonderte Modifikationen. Entweder werden normale Seitenknospen,

gleich denen des *E. arvense* gebildet, oder es entstehen die sog. rhizogenen Knospen, welche sich nur auf die Bildung von Wurzeln beschränken und keinen Stamm ausbilden, wogegen stets mehr als eine Wurzel in jeder Knospe zur Entwickelung gelangt, und die Anzahl derselben sogar bis auf sechs steigen kann. Diese rhizogenen Knospen von *E. Heleocharis* finden sich nur in den unterirdischen Stengeln und in den untersten Teilen der oberirdischen Stengel, normale Seitenknospen dagegen nur in den mittleren Teilen der oberirdischen Stengel.

Während *Equisetum palustre, silvaticum, maximum, pratense* u. s. w. in der Entwickelung der Seitenknospen im wesentlichen mit *E. arvense* übereinstimmen, treten bei anderen Arten, wie z. B. bei *Equisetum variegatum, hiemale, trachyodon* im Laufe der normalen Entwickelung die Seitenknospen der oberirdischen Stengel nicht hervor, sondern nur, wenn der Gipfel des Stengels verletzt ist; die wenigen, in einem solchen Falle zur Ausbildung gelangenden Zweige entspringen nur von den unteren Knoten des Stengels, werden dann aber nicht selten fertil.

Bei den Wurzeln, deren Bau im ganzen mit dem oben (cf. Pteridophyta, S. 60 ff.) geschilderten übereinstimmt, tritt insofern eine Abweichung hervor, als die Bildung des Protohydroms (Pericambiums nach Naegeli) unterbleibt (cf. Pteridophyta, Fig. 41; *C*, *pc*; nicht *pr*). Es grenzt daher das Mestombündel direkt an die Endodermis an, welche hier gewissermaßen die Stelle des Protohydroms vertritt. Aber auch hier nehmen die Seitenwurzeln von der Endodermis ihren Ursprung; sie erhalten dann mit der weiteren Entwickelung gleich den Seitenwurzeln der Farne den Wachstums- und Teilungsmodus der Mutterwurzel. Das Nähere über die Entwickelung des Wurzelkörpers s. bei Naegeli und Leitgeb (Entstehung und Wachstum der Wurzeln; Beiträge zur wiss. Bot. IV. Heft).

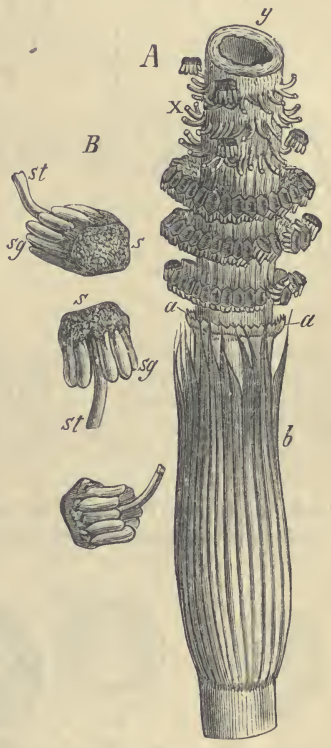


Fig. 333. *Equisetum maximum* Lmk. *A* der obere Teil eines fertilen Stengels, mit der unteren Hälfte der Ähre (nat. Gr.); *b* Blattscheide; *a* der sog. Ring; *x* die Stiele abgeschnittener Sporophylle; *y* Querschnitt der Ährenspindel. — *B* Sporophylle in verschiedenen Lagen, wenig vergr.; *st* der Stiel; *s* der Schild; *sg* die Sporangien. (Nach Sachs.)

Sporophylle und Sporen. Die Sporangien nehmen ihren Ursprung von der Unterseite schildartig metamorphosierter Blätter, welche an den fertilen Sprossenden zur Entwickelung gelangen (man vergl. oben). Diese Anlagen führen zu einem ährenartigen Stande der Sporophylle (fertile Blätter), welche in dichtgedrängten Quirlen angeordnet sind (Fig. 333). Das Sporophyll hat die Form eines — infolge gegenseitigen Druckes — polygonalen Tischchens, von dessen Platte (Schild) die einzelnen Sporangien sackartig herabhängen (Fig. 333). Der Übergang der sterilen Blätter eines fertilen Sprosses zu den Sporophyllen wird in der Regel durch den sogen. Ring vermittelt, welcher einen unvollkommenen Blattquirl darstellt und den Hochblättern der Siphonogamen vergleichbar ist (Fig. 333, *a*). Die Anlage der Sporophylle erfolgt gleich der der sterilen Blätter dadurch, dass ringförmig angeordnete Gruppen von Oberflächenzellen sich zu einem Ringwulst emporwölben, aber bald tritt eine wesentliche Verschiedenheit von den sterilen Blättern darin hervor, dass die mittleren beiden Zellreihen der höckerartigen, fertilen Blattanlagen (Sporophyllanlagen) am stärksten wachsen (Fig. 334, *E*); die Wände 2 und 4 sind daher so zurückgebogen worden, dass sie der Wand 3 ihre Convexitäten zukehren, während zu beiden Seiten von Wand 3 neue Anti- und Periklinen eingeschaltet sind. Mit der weiteren Fortsetzung dieses Wachstums wölbt

sich auf der unteren Seite des hierbei entstehenden Sporangiumträgers eine Gruppe von Zellen hervor, von denen die axile Zellreihe stärker wächst, als die sie umgebenden peripherischen. Die hypodermale Endzelle dieser Reihe bildet das Archespor (Fig. 334 *A*), aus welchem das sporogene Gewebe hervorgeht. Die Wandzellen teilen sich nun

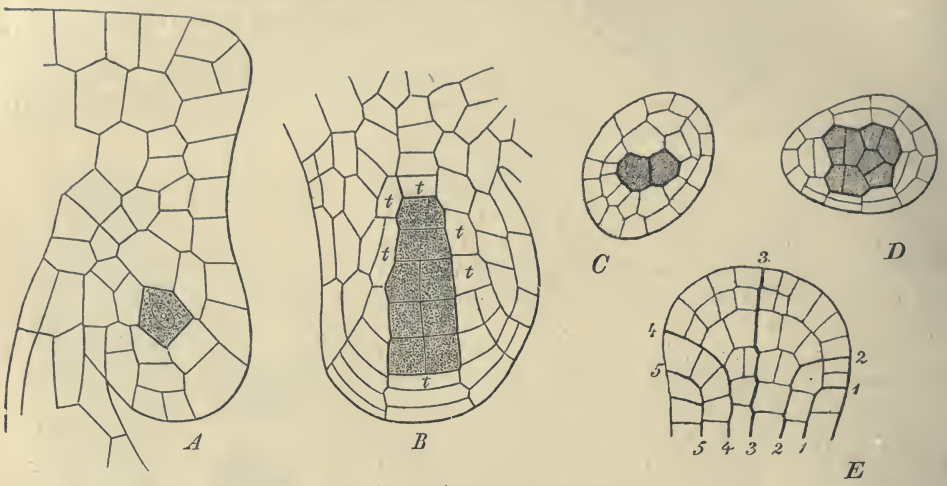


Fig. 334. Sporangienentwickelung von *Equisetum*. *A Equisetum palustre* L. Längsschnitt durch einen Teil eines in der Entwickelung begriffenen Sporophylls; unten entspringt ein Sporangium, dessen Archespor dunkel gehalten ist. — *B—E Equisetum Heleocharis* Ehrh. *B* ein älteres Sporangium im axilen Längsschnitt; *t* Tapetenzellen. *C* und *D* Querschnitte junger Sporangien. (Bei *B—D* besteht der aus dem (dunkelgehaltenen) Archespor hervorgegangene sporogene Zellcomplex erst aus wenigen Zellen). — *E* axiler Längsschnitt der Anlage eines Sporophylls, dessen Entstehung aus ursprünglich 6 Zellen durch die Zahlen 1—5 angedeutet ist. Etwa 300 mal vergr. (Nach Goebel.)

und führen die Bildung der Tapetenzellen herbei (Fig. 334, *B*, *t*), welche jedoch bei *Equisetum* weniger deutlich hervortreten; sie werden vielmehr nebst den inneren Wandzellen schon früh von dem sporogenen Gewebe verdrängt und erscheinen sehr bald nur als stark lichtbrechende Streifen an der Peripherie des sporogenen Gewebes. Die weitere Entwickelung des letzteren bis zur Bildung der Sporenmutterzellen unterscheidet sich nicht von der der Eufilicineen. (Nach Bower lässt sich das Archespor auf eine Oberflächenzelle zurückführen.)

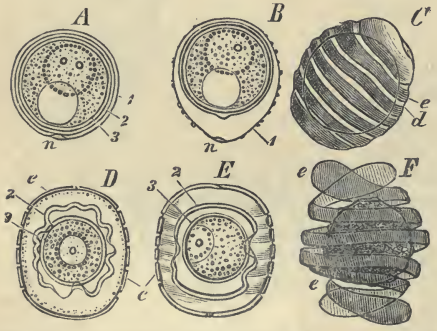


Fig. 335. Ausbildung der Sporen von *Equisetum Heleocharis* Ehrh. *A* unreife Spore mit 3 Häuten frisch im Wasser; *B* dieselbe nach 2 bis 3 Minuten in Wasser, die äußere Hautschicht hat sich abgehoben; man sieht neben dem Zellkern eine große Vacuole; *C* beginnende Elaterenbildung an der äußeren Haut *e* (*e* = 1 in Fig. *A* und *B*). *D* und *E* ähnliches Entwickelungsstadium im optischen Durchschnitt nach 12stündigem Liegen in Glycerin, *e* die die Elateren bildende Haut, 2 und 3 die voneinander abgehobenen, inneren Häute; *F* die äußere Haut in schraubige Elateren zerspalten, diese durch Chlorzinkjod gefärbt. 800 mal vergr. (Nach Sachs.)

Über die Entwickelung der Sporen sind bis zur Bearbeitung dieses Passus neuere Untersuchungen nicht bekannt geworden. Nach Sachs, dem ich hier zunächst folge, zeigen die Sporen die Eigentümlichkeit wiederholter Hautbildung: »Jede Spore hat zuerst eine äußere, nicht cuticularisierte, quellungsfähige Haut, die später in zwei Schraubenbänder zerreißt und dadurch die Elateren bildet; bald darauf erscheinen nach einander noch eine zweite und dritte Haut. Alle drei liegen anfangs dicht aufeinander wie Schichten (Schalen) einer Haut. Aber jetzt schon hebt sich, wenn die Spore im Wasser liegt, die äußere von der anderen quellend ab (Fig. 335 *B*). Auch an der ganz frischen, eben in destilliertes Wasser geleg-

ten Spore sind die drei Häute leicht zu unterscheiden (Fig. 335 *A*), indem die äußere (1) farblos, die zweite (2) hellblau, die dritte (3) gelblich erscheint (*Equisetum Heleocharis*). Bei weiterer Entwickelung hebt sich die äußere Haut wie ein weites Hemd von dem Körper der Spore ab (Fig. 335 *D* und *e*, *e*), und zugleich treten nun die ersten Anzeichen der Elaterenbildung auf. Der optische Längsschnitt zeigt, dass die schraubigen Verdickungsbänder dieser Haut nur durch sehr schmale und dünne Hautstellen getrennt sind (Fig. 335 *D*, *E*). Diese dünnen Streifen schwinden endlich ganz, und die dickeren Partien treten (in trockener Umgebung) als zwei Schraubenbänder auseinander, welche im aufgerollten Zustande ein vierarmiges Kreuz bilden«. — Russow (vergl. Unters.) und Tschistiakoff (Bot. Ztg. 1875) stellen die Vorgänge wesentlich anders dar; Russow ist der Ansicht, dass die Elaterenmembran, wenn nicht, wie das Episporium der *Marsilia*-Sporen der hyalinen Hülle der Spore um- oder aufgelagert ist, so doch aus der Gallerthülle (der umgewandelten Specialmutterhaut) unter Einfluss des umgebenden Protoplasmas gebildet werde.

Die Sporangiumwand ist im reifen Zustande stets nur einschichtig, erfährt aber auf der von dem Stiele abgewendeten Seite spiralige Verdickungen, während auf der dem Stiele zugekehrten Seite, also auf der Innenseite, wo die Dehiscenz durch eine Spalte erfolgt, erst kurz vor der Reife in den Zellen einige ringförmige Verdickungen auftreten. Da außerdem die die Spalte umgebenden Zellen quer zu derselben gestreckt sind, die anderen Zellen des Sporangiums dagegen der Länge nach, so wird beim Austrocknen ein Zug quer zur zukünftigen Spalte ausgeübt und die Dehiscenz dadurch befördert.

Die reifen Sporen der Equiseten sind einzellig, grün und kugelig und haben eine durchsichtige Sporenhülle, welche im Inneren der Spore den mit einem großen Kernkörperchen versehenen Zellkern deutlich erkennen lässt. Der Durchmesser der Spore beträgt ungefähr 0,036—0,040 mm.

Die Sporenhülle besteht nach den neuesten Untersuchungen aus 4 Häuten, nämlich den Elateren, als äußerste Haut, dann der Mittelhaut (nach Strasburger), darunter die Innenhaut und nach dieser die Intine (nach Leitgeb). Die letztere besteht aus Cellulose, während die beiden darüber liegenden Häute keine Cellulosereaction zeigen. Es ist noch nicht sicher, ob die sog. Intine überhaupt als Sporenhaut aufzufassen ist oder nicht vielmehr bereits als ein Produkt der Keimung, bei welcher sie die Membran der primären, noch von den Sporenhäuten umgebenen Prothalliumzelle darstellt. Die Elateren, die äußerste Sporenhaut, bestehen aus zwei — unter der Einwirkung von Feuchtigkeit — spiralig um die Spore umgerollten, schmalen Bändern, welche an ihren Enden spatelförmig verbreitert und auf ihrer Außenseite deutlich gestreift sind. Sie sind hygroskopisch und strecken sich daher z. B. schon beim Trockenwerden auf dem Objektträger, rollen sich aber bereits bei einem schwachen Hauche wieder um die Spore. Sie sind in zwei Schichten differenziert, von denen nur die untere aus Cellulose besteht, während die obere cuticularisiert ist, aber die untere Schicht nicht als continuierliche Lage bedeckt.

Wenn die Sporen ihre Reife erlangt haben, vertrocknen die Sporangien allmählich und öffnen sich. Infolge der durch die Austrocknung fortschreitenden Schrumpfung der Sporangienwände werden die Sporen, welche zu dieser Zeit noch von den Elateren umgeben sind, aus ihren Behältern langsam hervorgepresst. Nach dem Austreten der Sporen strecken sich die Elateren, ohne jedoch vollständig gerade zu werden, und haken sich locker an andere an. Auf diese Weise kommen allmählich ziemlich große, locker wollige, aus Sporen und Elateren bestehende Flocken zustande, welche leicht in kleinere Flocken zerstäuben. Bei Befeuchtung, wie sie z. B. schon auf etwas nassem Boden eintritt, wird die Vereinigung eine noch engere, indem sich die Elateren wieder mehr oder weniger zusammenrollen und dadurch noch fester aneinander haken, was man auch auf dem Objektträger leicht beobachten kann. Die Leistung der Elateren besteht also darin, die völlige Vereinzelung der verstäubenden Sporen zu verhindern. Da aber die Prothallien der Equiseten eingeschlechtlich sind (man vergl. unten), so liegt die Nützlichkeit dieser Einrichtung auf der Hand. Die grünen Sporen anderer Pteridophyten, wie z. B. diejenigen der Osmundaceen, welche gleich denen der Equiseten bald nach der Ausstreuung aus

dem Sporangium zu keimen beginnen, und überhaupt nur sehr kurze Zeit keimfähig bleiben, haben keine Elateren oder ähnliche Einrichtungen; die Prothallien derselben tragen aber gleichzeitig Antheridien und Archegonien. Manche Autoren nehmen an, dass die Elateren als Schleuderer fungieren und die Verbreitung der Sporen bewirken. Die Elateren strecken sich allerdings nach dem Ausstäuben und rollen sich je nach dem Wechsel der Feuchtigkeit mehr oder weniger schnell wieder zusammen, sie scheinen also eine tanzende Bewegung anzunehmen. Die Sporen werden aber hierbei wohl abwechselnd hin und her, und zwar sowohl zusammen, als auseinander geworfen, aber nicht zerstreut oder ausgestreut.

Die Keimung der Sporen und das Prothallium. — Bei der Keimung, welche außer auf feuchter Erde auch im Wasser leicht erfolgt, umgiebt sich der Sporeninhalt mit einer Cellulosemembran, der Hülle der ersten Prothalliumzelle, welche durch ihr Wachstum die Sporenhäute sprengt. Bald darauf (nicht selten auch schon vor dem Bersten der Sporenhäute) wird die erste Haarwurzel durch eine uhrglasförmige Wand als kleinere Zelle von der Prothalliumzelle abgeschieden (Fig. 336, *C*, *hw*). Beide Zellen sind anfangs gleichmäßig

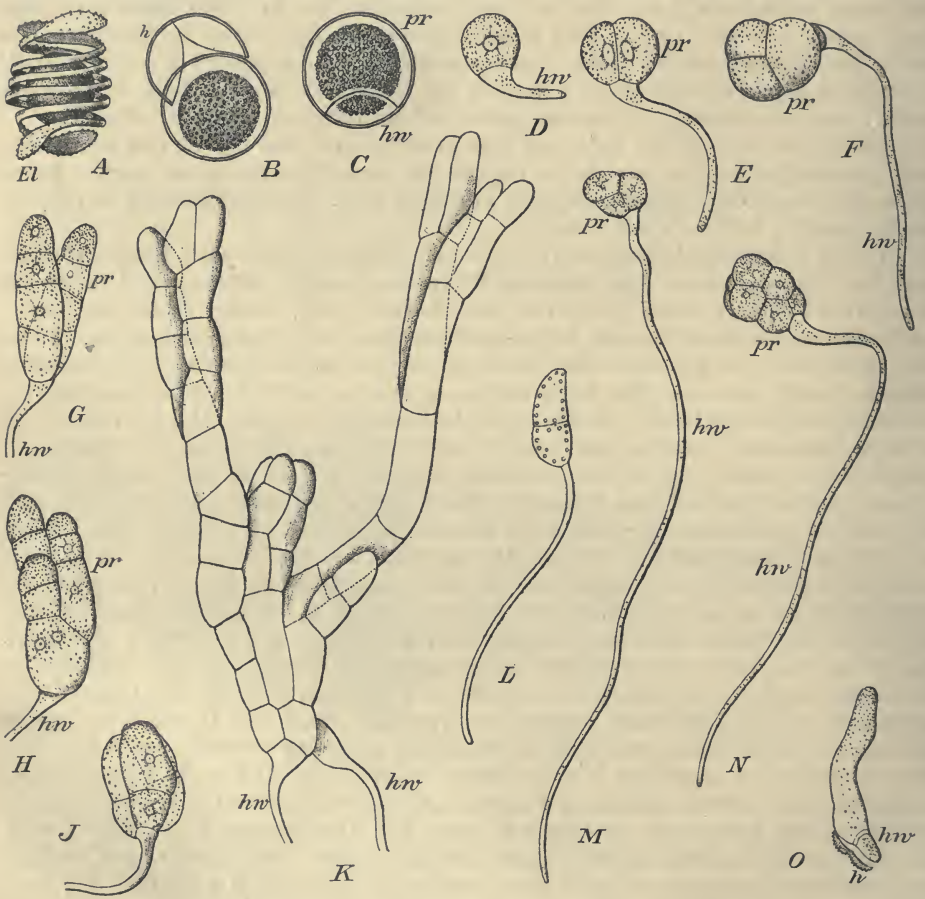


Fig. 336. Keimung und Prothalliumbildung von *Equisetum*. *A—K Equisetum arvense* L. *A* reife Spore mit den dieselbe umgebenden Elateren, *El* Elateren; *B* Zerbersten der Mittelhaut *h*; *C* Abtrennung der ersten Haarwurzel *hw*; (*B* und *C* nach Behandlung mit verdünntem Glycerin). *D—L* weitere Entwickelungsstadien des Prothalliums, *pr* Prothallium, *hw* Haarwurzeln. — *M—O Equisetum palustre* L. *M* und *N* zwei aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien bei Zutritt direkten Sonnenlichtes. Beginn der Flächen- und körperlichen Ausbildung. Das Wachstum der Haarwurzeln *hw* ist außerordentlich kräftig. *O* bei dauernder Beschattung erzogen, die Haarwurzel *hw* ist sehr zurückgeblieben. *A—C* 240 mal, *D—K* etwa 400 mal, *M—N* etwa 90 mal, *O* 80 mal vergr. (Original.)

mit Chlorophyll angefüllt, aber mit dem schlauchartigen Auswachsen der Haarwurzel verschwindet in derselben allmählich das Chlorophyll. Nur bei den Wasserkulturen hält sich das Chlorophyll in der ersten Haarwurzel längere Zeit.

Auch im Dunkeln vermögen die Sporen schon bei gewöhnlicher Temperatur zu keimen, aber das Prothallium schreitet höchstens bis zur Bildung von 2—3 Zellen, alsdann hört das Wachstum desselben auf; das Chlorophyll verschwindet allmählich, und die Prothallien sterben ab.

Die normale Entwickelung des bis zur Bildung der ersten Haarwurzel vorgeschrittenen Prothalliums zeigt sich in dem kräftigen, allseitigen Wachstum der primären Prothalliumzelle, welche entweder durch eine auf der Trennungswand der ersten Haarwurzel senkrecht stehende oder parallel zu derselben verlaufende Wand geteilt wird. In dem letzteren Falle entsteht zunächst ein Zellfaden, im ersteren Falle ist die Entwickelung des Prothalliums eine außerordentlich variable, und es werden Zellfäden, Zellflächen oder Zellkörper gebildet (Fig. 336), für deren Entwickelung die Beleuchtung und Ernährung nicht ohne Einfluss ist. In jedem Falle aber tritt das Gesetz der rechtwinkeligen Schneidung hier in einer viel größeren Schärfe hervor, als bei den Prothallien der anderen Pteridophyten.

Die erste Haarwurzel wächst bereits während der ersten Zellbildungen des Prothalliums zu einem außerordentlich langen Schlauche aus (Fig. 336), ebenso jede der folgenden Haarwurzeln, welche mit der weiteren Entwickelung des Prothalliums in einer mehr oder weniger großen Anzahl gebildet werden; dieselben entstehen stets auf der Schattenseite des Prothalliums aus je einer Zelle desselben in gleicher Weise wie die erste Haarwurzel, welche ebenfalls stets an der Schattenseite der keimenden Spore angelegt wird. Bei dem schlauchartigen Auswachsen werden aber die ersten Haarwurzeln derart von Licht und Feuchtigkeit beeinflusst, dass ihre Spitzen im direkten Sonnenlicht negativ heliotrop, dagegen bei schwächerem Licht und bei gleichzeitigem Vorhandensein einer mit Wasserdampf etwas erfüllten Atmosphäre positiv heliotrop sich verhalten. In dem letzteren Falle dringen sie (die ersten Haarwurzeln) nicht in das Subtrat ein, sondern wachsen als lange Schläuche dem Lichte entgegen, so dass solche Kulturen wie von einem Pilzmycel überzogen erscheinen. Unter dem Einflusse des direkten Sonnenlichtes dagegen dringen die ersten Haarwurzeln in den Boden ein.

Die Prothallien sind bei normaler Entwickelung diöcisch und tragen also entweder nur Antheridien, oder sie werden meristematisch und erzeugen Archegonien, welche — wie bei den übrigen Pteridophyten — nur von einem Meristem ihren Ursprung nehmen.

Die männlichen Prothallien sind meist körperlich ausgebildet, seltener flächenförmig oder fadenförmig; die Antheridien, von denen die ersten bereits 4—6 Wochen nach der Aussaat auftreten, gelangen fast immer in größerer Anzahl an einem Prothallium zur Entwickelung (Fig. 337). Das erste Antheridium, welches entweder apical oder lateral angelegt wird, lässt sich ebenso wie alle folgenden auf eine stofflich leicht erkennbare Zelle, die Antheridiummutterzelle zurückführen, in welcher durch eine perikline Wand nach außen eine schmale Deckelzelle abgeschieden wird. Die durch dieselbe bedeckte innere Zelle ist die Centralzelle des Antheridiums; in der letzteren erfolgen nunmehr nach allen drei Richtungen des Raumes — beginnend mit einer Perikline (Fig. 338, *A*, 2) — die zur Bildung der Spermatozoidenmutterzellen führenden Teilungen (Fig. 338, *B* und *C*), welche die Centralzelle in eine beträchtliche Anzahl kleiner, tesseraler Zellen, die Spermatozoidenmutterzellen, zerlegen (Fig. 338, *D*). Von den seitlich angrenzenden Prothalliumzellen werden die Wandzellen des Antheridiums abgegeben, welche während der genannten Vorgänge in der Centralzelle, mit denen eine Volumenzunahme des ganzen Organs verbunden ist, sich strecken und mehrfache Teilungen erfahren.

Auch die Deckelzelle wird alsdann durch diagonale Teilungen in vier oder mehr Zellen geteilt. Dieselben weichen bei der Reife des Antheridiums von der Mitte her auseinander und gewähren den Spermatozoidenmutterzellen, resp. Spermatozoiden freien Austritt (Fig. 337, *a* und *b*).

Nach der Bildung der Spermatozoidenmutterzellen findet bei Benetzung von Wasser eine Aufquellung ihrer Membran (wahrscheinlich auch des von derselben umgebenen Protoplasmas) statt, infolgedessen das mehr oder weniger plötzliche Auseinanderweichen der Deckelzellen und die Entleerung des Antheridiums erfolgt, nachdem die Spermatozoidenmutterzellen sich schon vorher abgerundet und aus ihrem Verbande isoliert hatten.

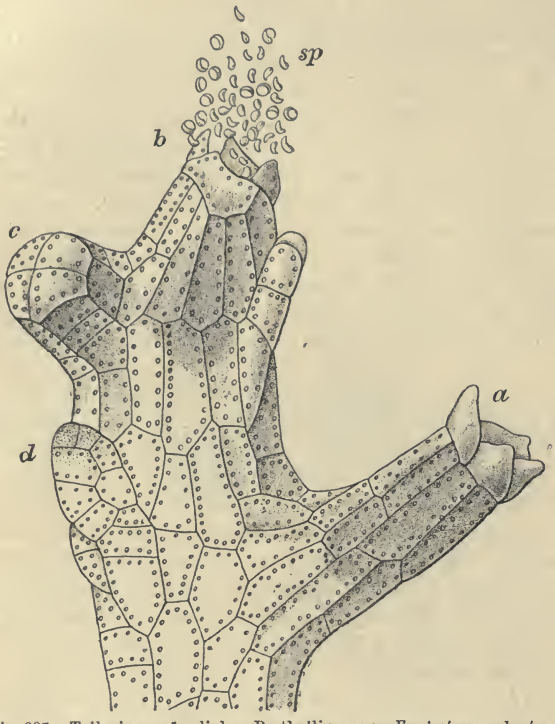


Fig. 337. Teil eines männlichen Prothalliums von *Equisetum palustre* L. mit Antheridien. — *a*, *b*, *c* drei Antheridien in aufeinanderfolgenden Entwickelungsstadien, bei *a* bereits entleert, bei *b* die austretenden Spermatozoiden-Mutterzellen und Spermatozoiden (*sp*), bei *c* noch nicht geöffnet. *d* Anlage eines Prothalliumsprosses. 140 mal vergr. (Original.)

Die Spermatozoiden der Equiseten (Fig. 339, *J* und *K*) haben nur zwei Spiralwindungen; ihr Körper besteht aus dem Kern, welcher von einem Teile des Plasmas der spermatogenen Zelle (Spermatozoidenmutterzelle) umgeben wird; die Geißeln oder Cilien, welche als Bewegungsorgane dienen, sind dagegen allein aus dem Plasma, resp. einem bestimmten Teile des Plasmas hervorgegangen.

Die Entwickelung ist nach Belajeff folgende. In dem Plasma der Spermatozoidenmutterzelle findet man ein peripherisch gelegenes, eigenartiges, mit Fuchsin sich intensiver als das übrige Plasma färbendes Körperchen, aus welchem im Verlaufe der Entwickelungsgeschichte die Cilien hervorgehen. Dieses Körperchen, welches nach Belajeff dem Nebenkörper der Spermatiden der Tiere analog ist, resp. als Centrosom aufzufassen ist, hat anfangs eine halbmondförmige Gestalt und wendet seine convexe Seite dem Kern zu (Fig. 339, *A*), darauf nimmt es an Volumen zu und kehrt die concave Seite dem Kern zu (Fig. 339, *B*). Im weiteren jedoch dehnt sich dieses Körperchen zu einem Faden aus (Fig. 339, *C* und *D*), auf welchem sich kleine Höcker bilden (Fig. 339, *E*), welche sich zu äußerst feinen, fadenförmigen Auswüchsen entwickeln (Fig. 339, *F*—*H*) und weiterhin zu den Cilien des Spermatozoids (Fig. 339, *J*—*K*) werden; der sie tragende, durch seine intensive Aufnahmefähigkeit von Anilinfarben ausgezeichnete, stärkere Faden bleibt auch dem ausgebildeten Spermatozoid noch erhalten.

Der anfangs kugelige Kern der spermatogenen Zelle erfährt im Laufe der Entwickelung folgende Veränderungen. Er nimmt zunächst eine bohnenartige Gestalt an (Fig. 339, *C*) und bildet sodann einen dünnen Auswuchs an der Stelle, an welcher sich später das vordere Ende des Spermatozoids entwickelt (Fig. 339, *D*). Darauf erscheint an der entgegengesetzten Seite ein zweiter, stärkerer Auswuchs, der sich dem hinteren Ende des zukünftigen Spermatozoids zuwendet (Fig. 339, *E*—*G*). Der Kern erhält dadurch eine sichelförmige Gestalt, wobei seine größte Breite in der Mitte liegt (Fig. 339, *G*); aber diese mittlere Anschwellung gleicht sich allmählich aus (Fig. 339, *H*), und der ganze Kern erhält die Form einer kurzen Spirale, mit geringer Zuspitzung an dem hinteren Ende und allmählicher Zuspitzung an dem vorderen Ende des Spermatozoids (Fig. 339, *J*). Während

dieser Vorgänge (Fig. 339, *H*—*J*) wird das Chromatinnetz, welches den Kern der spermatogenen Zelle enthält, immer dichter und bildet zuletzt eine homogene Chromatinmasse, an welcher sich keinerlei Structur mehr erkennen lässt.

Das ausgebildete Spermatozoid zeigt zwei Spiralwindungen (Fig. 339, *J*) und trägt eine große Anzahl Cilien an der vorderen Windung, während der hintere Teil zu einem verdickten Körper anschwillt (Fig. 339, *J* und *K*; bei *J* von dem vorderen Ende aus gesehen, bei *K* von der Seite gesehen). Die hintere Windung enthält den Kern, der von einer Plasmahülle umgeben ist, welche letztere ganz am hinteren Ende des Spermatozoids

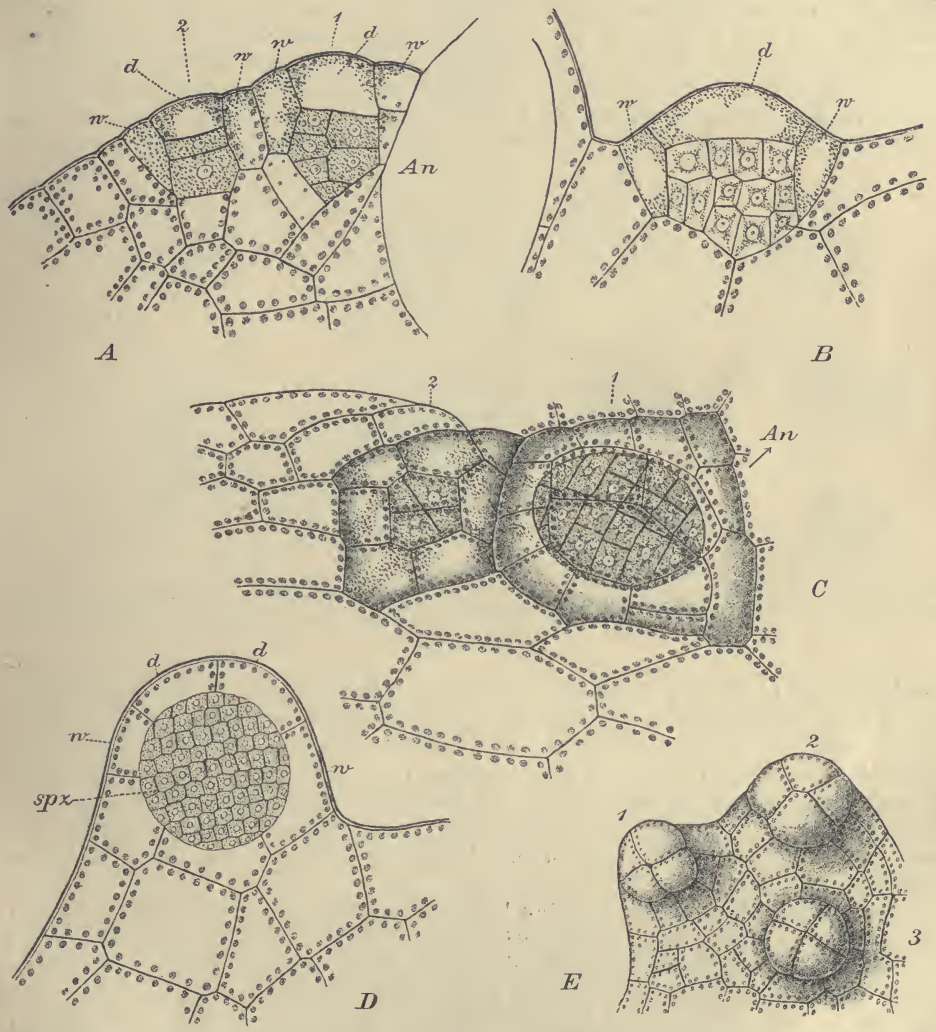


Fig. 338. Antheridiumentwickelung von *Equisetum arvense* L. *A* zwei aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien junger Antheridiumanlagen im optischen Längsschnitt; bei 1 die ältere, bei 2 die jüngere Anlage. Das weiter, als die Anlagen 1 und 2 entwickelte, ältere Antheridium ist nicht mitgezeichnet, würde aber bei *An* liegen. *d* die Deckelzelle, *w* die Wandzellen. — *B* eine weiter entwickelte Antheridiumanlage, ebenfalls im optischen Längsschnitt; der spermatogene Complex wird von der Deckelzelle (*d*) und den Wandzellen (*w*) umgeben. — *C* zwei Entwickelungsstadien des Antheridiums, von oben gesehen; bei 1 die ältere, bei 2 die jüngere Anlage. Die Schattierungen bezeichnen das Hervorwölben der Wandzellen, welche die Centralzelle resp. die spermatogenen Complexe umgeben. — *D* ein weiter entwickeltes Antheridium im optischen Längsschnitt, die Spermatozoidenmutterzellen (*spz*) sind bereits gebildet, die übrigen Bezeichnungen wie bei *A*. — *E* drei der Reife nahe Antheridien, von oben gesehen, um ihre gegenseitige Lage zu erkennen. Die Zahlen 1—3 bezeichnen die aufeinanderfolgenden Entwickelungsstadien. *A*—*C* 345 mal, *D* 270 mal, *E* 120 mal vergr. (Original.)

in eine scharfe Plasmaspitze ausläuft (Fig. 339, *J* und *K*). An der Bauchseite der Spirale bleibt ein Rest von körnigem Plasma erhalten, in welchem sich öfters Vacuolen bilden. Die vordere bandartige Windung besteht aus Plasma, welches gleichsam die Fortsetzung der Plasmahülle der hinteren Windung bildet (*J* und *K*).

Hiermit in übereinstimmender Weise findet auch bei den Farnen die Entwickelung der Spermatozoiden statt; dieselben erhalten aber mehr als zwei Windungen. Bei der Bearbeitung des Abschnittes »Spermatozoiden der Farne« (Pteridophyta, S. 26) waren die Resultate der Belajeff'schen Untersuchungen noch nicht bekannt.

Die Antheridien, welche, wie bereits erwähnt, fast immer in größerer Anzahl an einem männlichen Prothallium zur Entwickelung gelangen, entstehen nicht gleichzeitig an demselben, sondern successive. Oft erfolgt die Anlage eines Antheridiums, wenn das nächst ältere bis zu der Bildung der tesseralen Spermatozoidenmutterzellen vorgeschritten ist, mitunter aber auch während früherer Entwickelungsstadien des nächst älteren Antheridiums. Eine bestimmte Regel für die Anordnung und Aufeinanderfolge der Antheridien kennen wir nicht; dieselben sind aber oft nach Art der Winkelpunkte eines Dreiecks an-

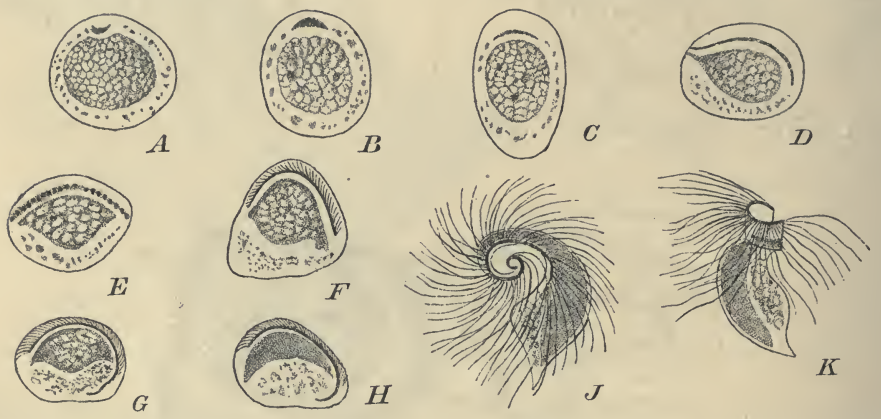


Fig. 339. Entwickelung der Spermatozoiden von *Equisetum arvense* L. 950mal vergr. (Die Erklärung im Text.) (Nach Wl. Belajeff.)

geordnet (Fig. 338, *E*). Die männlichen Prothallien (z. B. von *Equisetum arvense*) bilden in älteren Entwickelungsstadien in mehr oder weniger großer Anzahl flächenartige Verzweigungen, welche entweder Antheridien tragen oder steril bleiben. Da aber meist mehrere Antheridien an einem Prothallium oder an einer Verzweigung desselben successive zur Entwickelung gelangen, so sieht man nicht selten neben einer großen Anzahl entleerter, durch die braune oder rotbraune Färbung der inneren Membran der Wandzellen ausgezeichneter Antheridien solche in den oben beschriebenen Anfangs- und Entwickelungsstadien.

An den weiblichen Prothallien bildet sich auf der Schattenseite ein Meristem aus, welches allmählich zu einem dickfleischigen Gewebekörper sich entwickelt und in akropetaler Folge sowohl Archegonien, als sterile, flächenförmige Prothalliumlappen erzeugt, letztere in größerer Anzahl als die Archegonien. Diese Lappen umgeben also die Archegonien und sind demnach geeignet, den Tau- oder Regentropfen und die etwa in demselben umherschwirrenden Spermatozoiden festzuhalten, so dass dieselben leichter an die Archegoniummündung gelangen können.

Die Archegonien, welche im allgemeinen denen der Eufilicineen gleichen, unterscheiden sich jedoch auch leicht von denselben durch die außerordentlich verlängerten vier Zellen der Mündung, welche sich beim Öffnen bogenartig zurückklappen, so dass ein geöffnetes Archegonium das Aussehen eines vierarmigen Ankers erhält. Auch die Halskanalzellen sollen von denen der Farne verschieden sein, denn C. Jeffrey giebt an, dass

er am Grunde des Archegoniumhalses zwei neben einander liegende, große keilförmige Halskanalzellen gefunden habe, welche bis über die Mitte des Halses hinaufreichen und durch eine in der Archegoniumachse verlaufende Wand voneinander getrennt werden. Hierdurch würde in der Entwickelung des Archegoniums, welche sonst mit derjenigen der Eufilicineen übereinstimmt, eine Annäherung an die Archegonien der Lycopodiaceen gefunden werden können, wo nach Treub die unterste Halskanalzelle sich ebenfalls in zwei nebeneinander liegende Halskanalzellen teilt.

Die Diöcie des Prothalliums wird nur selten aufgegeben; nach meinen Beobachtungen geschieht dies nur bei weiblichen Prothallien, bei denen alsdann namentlich die

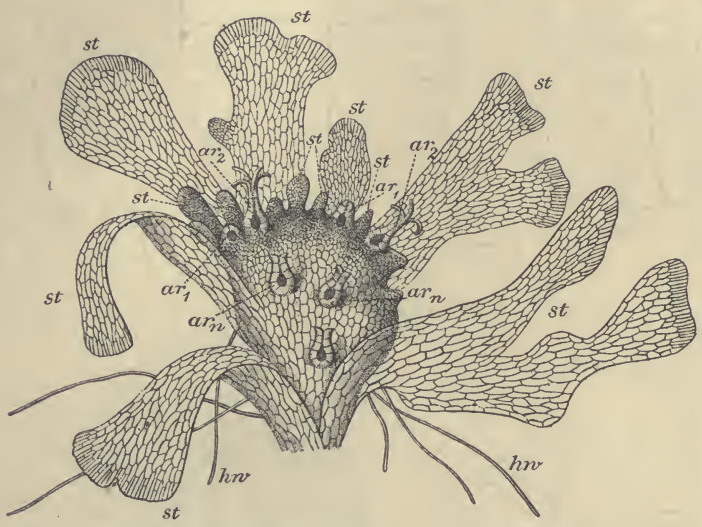


Fig. 340. Weibliches Prothallium von *Equisetum arvense* L. ar_1 in der Entwickelung begriffene, ar_2 entwickelte, ar_n ältere, unbefruchtet gebliebene Archegonien. *st* sterile Prothalliumlappen, *hw* Haarwurzeln. Mehrere sterile Prothalliumlappen wurden entfernt, um das Meristem und die Archegonien zeigen zu können. Etwa 20 mal vergr. (Original.)

sterilen Prothalliumlappen Antheridien tragen; seltener entwickeln sich die Antheridien direkt aus den Randzellen des Meristems. Hofmeister hat indessen beobachtet, dass auch an spät erscheinenden Verzweigungen männlicher Prothallien Archegonien gebildet werden.

Der Embryo. Der Archegoniumhals und die Mündung des Archegoniums sind nicht dem Substrat zugekehrt, also nicht nach unten gerichtet, wie bei den Eufilicineen, sondern nach oben; die Wachstumsrichtung des Archegoniums ist also eine negativ geotrope. Die erste Teilungswand im Embryo, die Basalwand, weicht daher nur wenig von der Horizontalen ab; die epibasale Embryohälfte ist der Archegoniummündung zugekehrt, die hypobasale dagegen abgewendet. Die Bildung der Octanten findet in gleicher Weise statt, wie bei den Leptosporangiaten; aber bereits nach der Anlage des epibasalen und hypobasalen Gliedes hört in der epibasalen Hälfte die genannte Übereinstimmung auf. Daselbst entwickelt sich nach der Abtrennung des epibasalen Gliedes der eine der vier Octanten zum Stamm (mit tetraëdrischer Scheitelzelle, wie bei der erwachsenen Pflanze); sein Wachstum überwiegt aber dasjenige der anderen Octanten derselben Embryohälfte, so dass er bald für sich allein einen großen Teil der epibasalen Hälfte einnimmt (Fig. 341, *VI*). Den drei hierdurch unterdrückten Octanten würde nun die Bildung der Cotyledonen zufallen; dieselben verwachsen aber gemeinsam mit den ersten Segmenten der Stammscheitelzelle und den Zellen des epibasalen Gliedes zu der ersten Blattscheide (Fig. 341, *III* und *IV*).

Die Entwickelung der hypobasalen Embryohälfte stimmt mit derjenigen der Eufilicineen überein, auch hier erzeugt der dem Stammoctanten polar entgegengesetzte Octant

die erste Wurzel, während die anderen drei Octanten sich zur Bildung des Fußes vereinigen.

Der aus dem Embryo (Fig. 341, *V*) ganz direkt entstehende erste, Blätter erzeugende Spross wächst aufwärts und bildet mehrere gestreckte Internodien mit dreizipfligen Blatt-

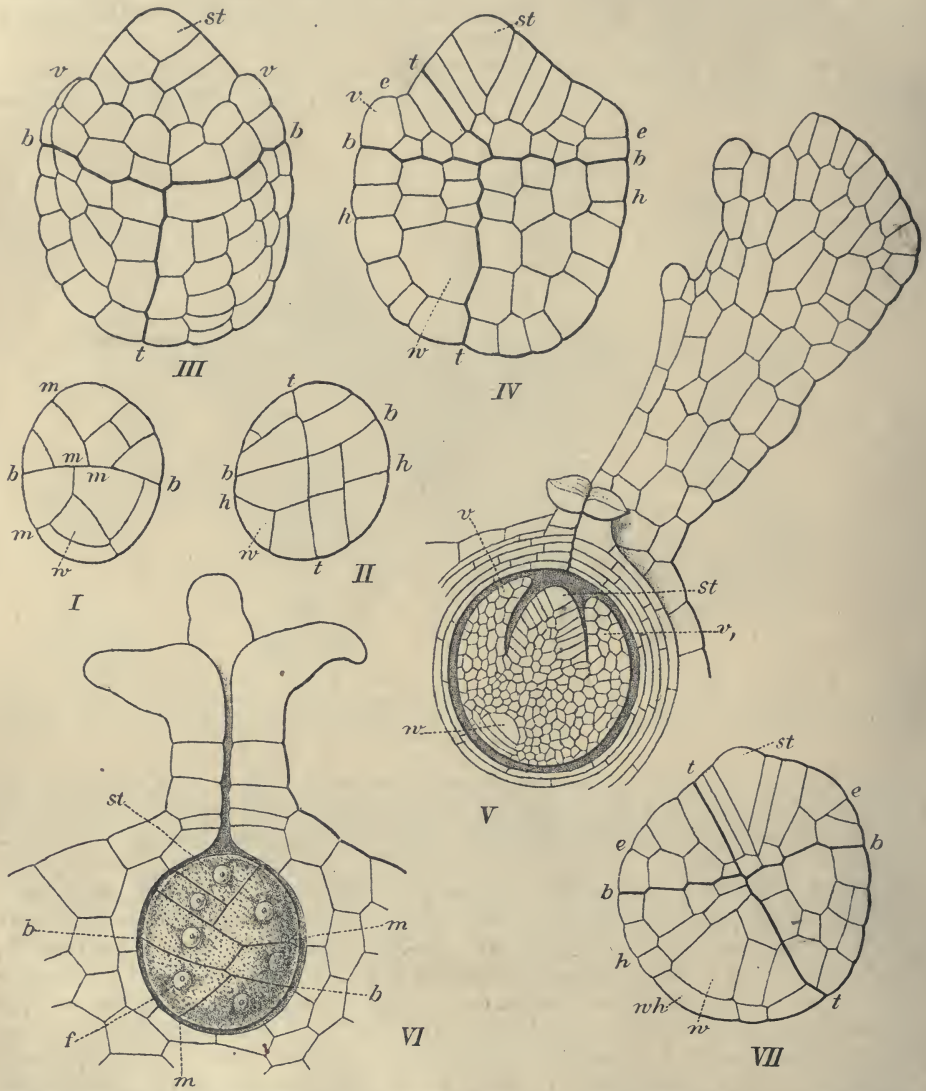


Fig. 341. Der Embryo von *Equisetum*. *I—IV Equisetum arvense* L. *I* und *II* ein und derselbe junge Embryo, in 2 verschiedenen Lagen, bei *I* ist die Medianwand, bei *II* die Transversalwand sichtbar. 300 mal vergr. — *III—IV* weiter vorgeschrittener Embryo. Entwickelung des Stammes und der Blattscheide. 250 mal vergr. — *V* noch weiter entwickelter Embryo, aber nicht frei präpariert; noch im Archegonium. Längsschnitt senkrecht zur Prothalliumfläche. *st* der bereits kegelförmige Stamm, *v* die erste Blattscheide im Längsschnitt, *w* die Wurzel. Der mitgezeichnete, sterile Spross des Prothalliums ist vom Schnitt nicht getroffen worden und hat sich im Präparat flach gelegt. 98 mal vergr. — *VI—VII Equisetum palustre* L. *VI* junger Embryo, noch im Archegonium. Stamm und Fußanlage sichtbar. 300 mal vergr. — *VII* ein weiter entwickelter, frei präparierter Embryo, 90° gegen *VI* gedreht. Die Wurzel und der Stamm ist sichtbar. 300 mal vergr. — *st* Stamm, *b* Basalwand, *t* Transversalwand, *m* Medianwand, *e* epibasales Glied, *h* hypobasales Glied, *w* Wurzel, *v* die erste Blattscheide. (Original.)

scheiden, während allmählich die Wurzel in den Boden eindringt (Fig. 342). An der Basis des ersten Sprosses entwickelt sich — in gleicher Weise, wie bei der Bildung von

Verzweigungen der erwachsenen Pflanze (man vergl. oben) ein zweiter, bedeutend kräftigerer Spross, das erste Glied in der Reihe der Erstarkungsgenerationen, mittels welcher aus dem schmächtigen, ersten Stengel mit dreizähnigen Scheiden die kräftigen Sprosse mit vielzähnigen Scheiden und reicher Verzweigung hervorgehen. Mitunter wendet sich schon der dritte Spross, und wenn nicht dieser, einer oder mehrere der folgenden Sprosse im Laufe der Entwickelung seitwärts, bisweilen steil abwärts, dringt in den Boden und bildet so den ersten unterirdisch verlaufenden Spross der jungen Pflanze (man vergl. oben), welcher nun auch zahlreiche Wurzeln erzeugt. Die Blattscheiden dieses ersten unterirdischen Sprosses sind jedoch auch nur vierzipfelig (Hofmeister); die Sprosse aber, die aus den Basen seiner Scheiden hervorbrechen, teils nach oben an das Licht tretend, teils senkrecht abwärts bis zu großer Tiefe in die Erde sich bohrend, sind bedeutend stärker als die früheren und tragen fünfzipfelige Scheiden.

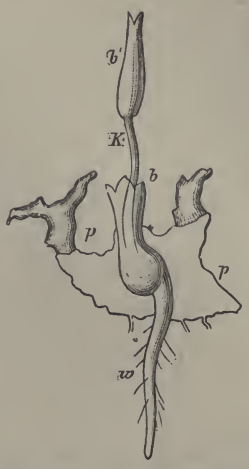


Fig. 342. Senkrechter Durchschnitt eines Prothalliumlappene *pp* von *Equisetum arvense* L. mis einer jungen Keimpflanze. *w* dit erste Wurzel derselben, *b b'* die Blattscheiden. Etwa 10 mal vergr. (Nach Hofmeister.)

Die Entwickelung der Keimpflanze geht unter günstigen Bedingungen sehr rasch vor sich. In der ersten Woche des Juli aus dem Prothallium hervorgebrochene Keimpflanzen des *E. arvense* bildeten bereits im September fünf Sprosse, aber noch mit vierzipfeligen Scheiden. Anfang Oktober waren schon die kräftigen Verzweigungen des Rhizoms ausgebildet.

Geographische Verbreitung. Die Arten der Sectio *Eu-equisetum* (s. unten) sind über die nördliche Halbkugel (*E. arvense* auch in Südafrika) verbreitet und erreichen den Tropengürtel nicht, außer *E. bogotense*, welches auf Südamerika, und *E. diffusum*, welches auf den Himalaya beschränkt ist. Von den 16 Arten der Sect. *Hippochaete* (s. unten) dagegen sind 8 Arten auf die Tropen beschränkt, während die übrigen (ausgenommen *E. robustum*, welches bis Mexico vordringt) die Wendekreise nicht überschreiten. In Europa hat man im ganzen 11 Arten beobachtet, von denen nur eine, *E. trachyodon*, auf Europa beschränkt ist; die übrigen 10 Arten findet man auch in Nord- und Mittelasien, sowie in Nordamerika, außerdem aber sind auf Asien 2 Arten, *E. Sieboldi* (Japan) und *E. diffusum* (Himalaja) beschränkt, während *E. debile* im Monsun- und polynesischen Gebiet verbreitet ist, so dass auf ganz Asien 13 Arten kommen. Amerika dagegen besitzt im ganzen 20 Arten, 12 in Nordamerika und 8 im tropischen Amerika, von denen aber 3 auf Mexico beschränkt sind. Ungleich ärmer ist Afrika, wo bis jetzt überhaupt nur 3 Arten beobachtet worden sind, *E. maximum*, *arvense* und *ramosissimum* in Nordafrika, die beiden letzteren auch in Südafrika, während im ganzen tropischen Afrika *Equisetum*-Arten bis jetzt noch nicht aufgefunden worden sind; auch auf den nordatlantischen Inseln sind nur 3 Arten beobachtet worden. Von dem Continent von Australien ist keine *Equisetum*-Art bekannt, aus dem polynesischen Inselgebiet nur eine Art (*E. debile*).

Nutzen. Technische Verwendung finden einige *Equisetum*-Arten infolge ihres Reichtums an Kieselsäure, namentlich *E. hiemale* L., welches früher vielfach zum Polieren von Hölzern benutzt wurde und auch heute noch für diesen Zweck Verwendung findet. *E. silvaticum* dagegen und zum Teil auch *E. arvense* werden für das Reinigen und Polieren zinnener Gefäße nicht selten verwendet und sind daher auch unter dem Namen »Zinnkraut« oder »Kannenkraut« bekannt.

Auch medicinisch werden die meisten *Equisetum*-Arten verwendet; sie enthalten — unter Zurücktreten des Gerbstoffes und der Phlobaphene — Aconitsäure (Equisetsäure) und werden als Diureticum benutzt. *E. arvense, palustre, variegatum* waren früher officinell als Herba Equiseti minoris, *E. maximum* und *hiemale* als Herba Equiseti

majoris. In gleicher Weise wird auch *E. bogotense* H. B. K. verwendet, während *E. giganteum* L. als adstringens in Westindien und Südamerika noch heute geschätzt wird.

Dagegen bilden einige *Equisetum*-Arten mitunter ein lästiges, in Norddeutschland »Duwok« genanntes Unkraut, auf Äckern namentlich *E. arvense*, auf feuchten Wiesen *E. palustre*, welches dem Vieh schädlich sein soll. Infolge des ausgiebigen Wachstums ihrer unterirdischen Stengel verbreiten sie sich nicht selten über weite Strecken und sind meist nur schwer zu entfernen. Das Abmähen der oberirdischen Stengel genügt daher nicht zur vollständigen Bekämpfung dieses Unkrautes, man muss vielmehr den Boden hacken und die unterirdischen, weithin kriechenden Stengel herauszunehmen suchen. An denjenigen Stellen, wo der Duwok noch keine größere Ausdehnung genommen hat, ist es oft vorteilhaft, durch gute Düngung der Culturpflanzen dieselben zum ausgiebigen Wachstum zu veranlassen und dadurch dasjenige des Duwoks zu unterdrücken. Auch durch das Entwässern allzufeuchter Wiesen, auf denen *E. palustre* in großen Mengen auftritt, kann man das Wachstum dieses Unkrautes nicht selten recht beträchtlich einschränken.

Nur eine Gattung:

Equisetum L. Perennierende, durch hohen Kieselgehalt ausgezeichnete Pflanzen mit einem unterirdischen, weithin kriechenden, vielfach verzweigten, alljährlich oberirdische Sprosse entsendenden Rhizom. Rhizome und oberirdische Sprosse aus einer Reihe von Internodien bestehend, welche durch je eine Querwand (Diaphragma) von einander getrennt sind. Die Internodien bei den Rhizomen mehrerer Arten knollenartig anschwellend, die Knollen mitunter sogar rosenkranzartig aneinander gereiht und nach der Loslösung von der Pflanze neue Sprosse hervorbringend. Jedes Internodium in einen Blattquirl übergehend, dessen Scheiden zu einer einzigen, das nächsthöhere Internodium ringsumfassenden, an ihrem Saume in Zipfel oder Zähne endigenden Blattscheide verwachsen sind; an der Verwachsung je zweier Blätter meist eine deutliche Einsenkung, die Commissuralfurche. Die oberirdischen Sprosse, weniger die Rhizome, werden von längsverlaufenden Rippen (Leisten) oder Riefen (carinae) und den von diesen eingeschlossenen Rillen oder Rinnen (valleculae) durchzogen, welche mit den Rillen und Riefen der benachbarten Internodien alternieren. Riefen in die Zähne der am oberen Ende des Internodiums befindlichen Scheide auslaufend. Mestombündel (im Querschnitt) kreisförmig angeordnet, parallel und längsverlaufend, collateral, mit einer dem Verlaufe des ganzen Bündels folgenden Lacune (Carinalhöhle), bei den meisten Arten von einer gemeinsamen äußeren und einer gemeinsamen inneren (Gesamt-) Endodermis (Schutzscheide) umgeben; nur bei einigen Arten fehlt die innere Gesamtendodermis (*E. scirpoides*), bei *E. Heleocharis* wird jedes einzelne Bündel von einer besonderen Endodermis umgeben. Die aus stark verkieselten Zellen gebildete Epidermis die aus dem Stereomcylinder und dem Assimilationsparenchym bestehende Rinde umgebend; in derselben die auf gleichem Radius wie die Rillen liegenden Vallecularhöhlen, während die Mestombündel mit den Carinalhöhlen auf gleichem Radius wie die Riefen liegen; im Centrum des Stengels die Centralhöhle (bei *E. scirpoides* fehlend). Spaltöffnungen aus je einem Schließzellen- und je einem darüber gelagerten Nebenzellenpaar bestehend, letztere entweder in gleicher Höhe mit den Epidermiszellen liegend, so dass die Spalte direkt nach außen führt (*E. phaneropora*) oder unterhalb der Epidermiszellen in einer Einsenkung liegend, welche zum größten Teile von einer verkieselten Membran verdeckt wird (*E. cryptopora*). Spaltöffnungen Reihen und Linien bildend, deren Anordnung für die specielle Einteilung von großem Werte ist. Die oberirdischen Sprosse werden bereits in der vorhergehenden Vegetationsperiode an den Rhizomen angelegt, aber die fertilen Sprosse einiger Arten (*E. arvense*, *maximum*, *silvaticum*, *pratense*), welche von den grünen sterilen Stengeln durch die hellgelbe bis bräunliche Färbung unterschieden sind, werden im Herbst schon vollständig entwickelt und treten infolge geringer Streckungen der Internodien mit Beginn des Frühjahrs hervor; bei allen übrigen Arten dagegen sind fertile und sterile Sprosse gleichgestaltet und grün. Das von zahlreichen Blattscheiden umgebene Stammende des Vegetationskegels ist durch

eine große, tetraëdrische Scheitelzelle ausgezeichnet, die Blätter nehmen von Außenzellen desselben ihren Ursprung und wachsen zunächst zu einem Ringwall heran, aus welchem die Scheidenzähne hervorgehen. Die Verästelungen (Seitenknospen) sind ebenfalls auf eine äußere Zelle des Vegetationskegels zurückzuführen; dieselbe liegt zwischen zwei jungen, ringförmigen Blattanlagen, gegenüber der Furche der unteren Blattanlage. Aus dieser Zelle entwickelt sich eine tetraëdrische Scheitelzelle, den dem Vegetationskegel des Stammes gleichen Wachstumsmodus der Seitenknospe einleitend. Letztere später die untere Blattscheide durchbrechend und als Verästelung ins Freie tretend. Anlagen der Wurzeln nur an die Seitenknospen gebunden, an denselben in gleicher Weise wie die erste Wurzel am Embryo als normale (nicht adventive) Bildungen entstehend, aber nicht immer zur Entwickelung gelangend; die sog. rhizogenen Knospen (*E. Heleocharis*) dagegen nur auf die Bildung von Wurzeln beschränkt. Das Protohydrom (Pericambium) in der Wurzel fehlend, Mestombündel direkt an die Endodermis grenzend, von welcher auch hier die Seitenwurzeln ihren Ursprung nehmen. Sporangien sackartig von der Unterseite schild-, resp. tischartig metamorphosierter Blätter (Sporophylle) herabhängend, letztere in gedrängten Quirlen zu einem ährenartigen Stande vereinigt. Unterhalb der Sporophyllähre eine oder mehrere unvollkommene Blattscheiden (Ringe), den Hochblättern der Siphonogamen vergleichbar. Sporangien aus einer Gruppe von Zellen hervorgehend, die hypodermale Endzelle der axilen Reihe die Anlage des Archespors bildend. Reife Sporen einzellig, grün, kugelig oder eiförmig, die äußere Haut während der Entwickelung der Spore sich zu den sog. Elateren differenzierend, schmalen, hygroskopischen Bändern, welche unter der Einwirkung von Feuchtigkeit sich zusammenrollen, beim Trockenwerden aber sich strecken. Prothallien oberirdisch, grün, diöcisch, vielfache Verzweigungen, Lappen, bildend. Männliche Prothallien kleiner als die weiblichen, aber lange Zeit hindurch, mitunter bis in den Herbst neue Sprosse und neue Antheridien auf denselben erzeugend. Weibliche Prothallien durch ein dickes Meristem ausgezeichnet, an welchem die Archegonien sich in akropetaler Folge entwickeln, bis eines oder mehrere derselben befruchtet werden, worauf das Wachstum des Prothalliums allmählich aufhört. Über den Embryo vergl. S. 541 ff.

24 Arten.

Sect. I. *Euequisetum* Sad. Die Nebenzellen der Spaltöffnungen liegen in gleicher Höhe mit den Epidermiszellen, die Spalte mündet direkt nach außen (Fig. 328). Ähren meist stumpf.

Subsectio 1. *Equiseta heterophyadica* A. Br. Fertile und sterile Stengel verschieden. Mestombündelkreis von einer äußeren Gesamtendodermis umgeben. Fertile Stengel gelblichweiß oder braun, durch das Fehlen des Stereoms, des Chlorophylls, der Spaltöffnungen und der Äste von den grünen, sterilen Stengeln unterschieden.

A. *Equiseta ametabola* oder *vernalia* A. Br. (*E. anemopora* Milde). Fertile Stengel früher als die sterilen erscheinend, nach der Reife der Sporen absterbend. — 1. *Equisetum arvense* L. Erstes Astinternodium länger als die zugehörige Stengelscheide. Spaltöffnungen in den Rillen der sterilen Stengel unregelmäßig in zwei oder mehr Linien. Fertile und sterile Stengel 3—5 mm dick, letztere mitunter bis 0,5 m hoch. Achse der Ähre nicht hohl, markig. — Europa. Nördl. Asien bis zum Himalaya, Nordchina und Japan. Nordafrika. Canarische Inseln. Südafrika, Nordamerika südlich bis 36°. — 2. *E. maximum* Lmk. Erstes Internodium kürzer als die Stengelscheide. Spaltöffnungen fehlend oder nur oberwärts, daselbst aber spärlich. Fertile und sterile Stengel mitunter bis 15 mm dick, letztere 0,5—1,5 m hoch. Achse der Ähre hohl. — Europa, aber nur selten etwas über den 57° n. Br. hinaus; Westasien bis Westsibirien und Persien, westliches Nordafrika, Nordatlantische Inseln (außer den Capverden), Californien.

B. *Equiseta metabola* oder *subvernalia* A. Br. (*E. stichopora* Milde). Fertile Stengel meist etwas früher als die sterilen Stengel erscheinend, anfangs astlos, rötlich-bleich, nach der Reife der Sporen nicht absterbend, aber die Ähren abwerfend und Äste bildend. Achse der Ähre markig. Spaltöffnungen an jedem Rande der Rille je eine, aus 1—2 Linien bestehende Reihe bildend. — 3. *E. pratense* Ehrh. Scheidenzähne an der Spitze frei. Nord- und Mitteleuropa, aber westlich nicht nach Frankreich vordringend. Britische Inseln. Kaukasus. Sibirien. Nordamerika, südlich bis Wisconsin und Rocky Mountains. — 4. *E. silvaticum* L. Scheidenzähne zu 3—4 lanzettlichen, stumpfen Lappen verwachsen. Europa, vom äußersten Norden bis zum 41°. Nordasien. Grönland, Canada, Ver. Staaten.

Subsectio 2. *Equiseta homophyadica* oder *E. aestivalia* A. Br. Fertile und sterile Stengel gleich und zu gleicher Zeit erscheinend, auch die fertilen Stengel von Anfang an grün. Ähren schwarz. Achse der Ähre hohl. Eine Gesamtendodermis nicht bei allen Arten (cf. unten). Die Spaltöffnungen in zahlreichen (unregelmäßigen) Linien in den Rillen.

A. Mestombündel des Stengels von einer (gemeinschaftlichen) Gesamtendodermis umgeben. **Aa.** Äste hohl. — 5. *E. palustre* L., Stengel kantig, tief gefurcht, Centralhöhle kleiner als die Vallecularhöhlen, Stengel in einen inneren und äußeren Teil leicht trennbar. Rhizom nicht hohl, schwarz. In Europa (ausgenommen Spanien und Sicilien), in Cypern, den Kaukasusländern, Nordasien, Japan und dem nördlichen Amerika. — **Ab.** Äste nicht hohl. — 6. *E. diffusum* Don. Im Himalaya. — 7. *E. bogotense* H. B. K. In Südamerika: von Jamaika durch Venezuela, Peru, Bolivia, Chile bis zur Insel Chiloë.

B. Keine Gesamtendodermis, jedes Mestombündel wird von einer besonderen Endodermis umgeben. Äste hohl. — 8. *E. Heleocharis* Ehrh. (*E. limosum* L. ist die astlose oder spärlich verzweigte Form, *E. fluviatile* L. die vielfach verästelte Form). Ausgezeichnet durch die mächtige Centralhöhle, welche über $^4/_5$ des Stengels beträgt. Vallecularhöhlen meist fehlend. Stengel nicht gefurcht (nur gestreift). Die innere und äußere Partie des Stengels nicht trennbar. Rhizome hohl. Europa, südlich bis etwa 46° n. Br., in Südeuropa selten (in Italien südlich von der Arno-Linie und auf der Hämus-Halbinsel südlich vom Balkan fehlend). Nordasien. Nordamerika. (NB. *E. litorale* Kühlewein ist *E. arvense* × *heleocharis*).

Sect. II. *Hippochaete* Milde (*E. cryptopora* Milde). Die Nebenzellen liegen unterhalb der Epidermis, die Spalte mündet daher nicht direkt nach außen, sondern in einen Vorhof (Grube), welcher durch verkieselte Fortsätze der äußeren Wände der benachbarten Epidermiszellen derart überdeckt wird, dass nur eine verhältnismäßig kleine, unregelmäßig gestaltete, etwas längliche Öffnung für die Verbindung mit der atmosphärischen Luft frei bleibt (Fig. 327, *B*). Die Mestombündel werden von einer äußeren und einer inneren Gesamtendodermis umgeben (Fig. 325), ausgenommen bei *E. scirpoides* Mich., wo die innere Gesamtendodermis nicht entwickelt ist. Ähren spitz. Stengel meist rauh. (Ascherson fasst die mitteleuropäischen Arten dieser Sectio als »Gesamtart *E. hiemale* L.« zusammen, ein Vorgehen, dessen Berechtigung ich anerkenne. Ich gebe daher nur unter Vorbehalt [bez. der tropischen Arten] die Formen dieser Sectio in der von Milde angenommenen Umgrenzung, weil dadurch zunächst eine Übersicht derselben gewonnen werden kann.)

A. *E. plejosticha* Milde. Spaltöffnungsreihen aus 2 oder mehreren Linien bestehend. — **Aa.** Blattscheiden flach, nicht gefurcht. — 9. *E. xylochaetum* Metten. Baumartig, 3—$3^1/_2$ m hoch, $1^1/_2$—2 cm dick. Stengel weißgrün, etwas holzig, kaum gefurcht. Scheidenzähne etwas holzig, schwarz, 1—$1^1/_2$ cm lang, nur ganz unten an der Basis etwas gefurcht. Südamerika: Peru, Chile. — 10. *E. Martii* Milde. Stengel bis 5 m hoch und etwas über 1 cm dick, schmutziggrün, mit Furchen. Scheidezähne nicht holzig, mit schmalem, weißem Rande. Aste 15—25 cm lang. Südamerika: Peru. — **Ab.** *E. angulata* Milde. Blattscheiden nicht flach, gefurcht. — 11. *E. giganteum* L. Oberirdische Stengel über 12 m lang, aber nur $^1/_2$—2 cm dick, zwischen Bäumen kletternd. Scheidenzähne abfallend, nicht gefurcht. Südamerika: Von St. Domingo, Jamaica, Antigua, Martinique, Trinidad durch Brasilien bis Chile. — 12. *E. pyramidale* J. G. Goldmann. Oberirdische Stengel bis $1^1/_2$ m hoch, etwa 1 cm dick. Scheidenzähne nicht abfallend, gefurcht. Südamerika: Von Caracas durch Brasilien nach Chile. — 13. *E. Schaffneri* Milde. Oberirdische Stengel bis 2 m hoch und etwa 10 cm dick, aber wegen der sehr großen Centralhöhle weniger kräftig. Unterscheidet sich von allen unter **A.** genannten Arten durch vorstehende Zähne auf den Riefen der Äste. Mexico (nur bei Orizaba), Peru, Chile.

B. *E. ambigua* Milde. Spaltöffnungsreihen bei einer und derselben Pflanze aus einer oder mehreren (bis vier) Linien bestehend. Stengel mit gewölbten, nicht kantigen Riefen. — 14. *E. ramosissimum* Desf. Mit trichterartig erweiterten Stengelscheiden. Stengel tief gefurcht, graugrün. Fast in ganz Europa und Asien; Nord- und Südafrika, Nordatlantische Inseln, Amerika vom 49° n. Br. bis zum 33° südl. Br. — 15. *E. Sieboldi* Milde. Mit cylindrischer Stengelscheide. Stengel leicht gefurcht, grün. Japan.

C. *E. monosticha* Milde. Spaltöffnungsreihen stets nur aus einer Linie bestehend. — **Ca.** *E. debilia* Milde. Zähne häutig, nicht abfallend. Scheide trichterartig. Stengel schmächtig, nicht verästelt; Riefen gewölbt, nicht kantig. — 16. *E. debile* Roxb. Vom Himalaya über ganz Südasien und den Inseln des Monsungebietes und Polynesiens. Neucaledonien, Neue Hebriden, Neuguinea. — **Cb.** *E. mexicana* Milde. Sehr kräftige Pflanzen. Stengel mit zahlreichen Ästen, dieselben nicht selten mit Ähren. Riefen des Stengels gewölbt, nicht kantig. Blattscheide cylindrisch, oben sich etwas erweiternd. Scheidenzähne abfallend. — 17. *E.*

myriochaetum Cham. 1/2—2 m hoch. B. flach. Mexico. — 18. *E. mexicanum* Milde. B. kantig Mexico. — **Cc.** *E. hiemalia* Milde. Stengel astlos (nur sehr selten verzweigt), mit zweikantigen. flachen oder nur wenig vertieften Riefen. Scheidenzähne größtenteils schon frühzeitig abfallend. 19. *E. laevigatum* A. Br. 0,3—1,5 m hoch. Nur am Saume der Scheide mit schwarzer Querbinde. Nordamerika, vom 30—43° n. Br. — 20. *E. robustum* A. Br. 0,5—2 m hoch, etwa 1 cm

Fig. 343. *A Equisetum giganteum* L. 1/3 nat. Gr. Habitusbild. — *B E. myriochaetum* Cham. 1/4 nat. Gr. Habitusbild. (Original.)

dick, wird aber zuweilen auch bis 1,5 cm dick. Stengel glatt. Meistens nur am Grunde der Scheide mit einer schwarzen Binde, seltener auch am Saume. Nordamerika, vom 70—20° n. Br., Californien, Texas, Mexico. — 21. *E. hiemale* L. Stengel rauh, am Grunde und am Saume der Blattscheide mit schwarzer Querbinde. In Europa südlich bis 39° 30′ n. Br. In Nordasien, Turkestan, Japan, Nordamerika. — **Cd.** *E. trachyodonta* Milde. Stengel astlos, nur ausnahmsweise und dann auch nur sehr spärlich verästelt, mit zweikantigen, deutlich

vertieften Riefen, Rillen mit Kieselrosettenbändern. Zähne der Stengelscheide wenigstens an ihrer unteren Hälfte bleibend. — 22. *E. trachyodon* A. Br. Stengel mit Centralhöhle. Mestombündel mit einer äußeren und einer inneren Gesamtendodermis. Stengelscheiden cylindrisch, eng anliegend, oberwärts nicht abstehend. Sporen meist nicht entwickelt. Nur in Europa; am Rhein von Mainz bis Straßburg und bei Constanz, in Irland bei Belfast und Colin Glen, in Schottland bei Aberdeen. — 23. *E. variegatum* Schleich. Stengel mit Centralhöhle. Mestombündel mit einer äußeren und einer inneren Gesamtendodermis. Stengelscheiden nicht eng anliegend, oberwärts abstehend. Nord- und Mitteleuropa (fehlend in den Donauländern, in Dänemark und Russland, wo es nur in Finnland und in den Ostseeprovinzen beobachtet wurde). In Sibirien. In Nordamerika südlich bis 43° n. Br. — 24. *E. scirpoides* Mich. Stengel ohne Centralhöhle. Mestombündel ohne innere Gesamtendodermis. Stengelscheiden oberwärts abstehend. In Nordeuropa und bei Heiligenblut in Kärnthen, wo es aber neuerdings nicht mehr beobachtet worden ist. In Sibirien, in Nordamerika südlich bis 40° n. Br.

Fossile Equisetaceae

von

H. Potonié.

Mit 4 Einzelbildern in 2 Figuren.

(Gedruckt im Juni 1900.)

1. **Equisetum** L. Aus dem mittleren productiven Carbon hat R. Kidston (Occur. of the genus Equisetum in the Yorkshire Coal-measures. 1892, p. 138 ff.) einen Rest, *Equisetum Hemingwayi* Kidston, bekannt gegeben, der vielleicht als Blüte*) richtig gedeutet ist. Vergl. auch A. C. Seward (Foss. plants I, 1898, p. 263), der einen solchen Rest mit vier *E.*-Blüten-ähnlichen Gebilden veranschaulicht. Ferner ist auf Blütenreste ebenfalls aus dem oberen Paläozoicum aufmerksam zu machen, die Gr. d' Eury (Gard 1890, Taf. XV, Fig. 16) namentlich unter dem Namen *Calamostachys tenuissima* abbildet. Vergl. auch das unter *Autophyllites* bei den *Protocalamariaceae* S. 560 Gesagte.

Sind diese seltenen paläozoischen Reste vielleicht schon zum Teil zu *Equisetum* oder in deren allernächste Verwandtschaft zu stellen, so ist ein diesbezüglicher Zweifel bei einer Anzahl Equiseten des Mesozoicums, die man nur bei *Equisetum* selbst unterbringen kann, nicht möglich. Es kommen nämlich sichere, und zwar baumförmige, dickstämmige Equiseten von der Trias ab vor, und zwar vor allem durchaus *Equisetum* gleichende mit den charakteristischen Scheiden umgebene Stammstücke verschiedensten bis über 20 cm betragenden Durchmessers. Am besten bekannt ist *Equisetum arenaceum* (Jäger) Bronn aus dem Buntsandstein und Keuper, von welcher Art Rhizomstücke, knollenförmige Rhizomglieder, die wohl zu der Art gehören, Steinkerne der Markhöhlung, die früher als *Calamites arenaceus* beschrieben worden sind, Stamm-Außenflächen mit Scheiden, die aus über 100 Blättern zusammengesetzt sein können, und die Oberflächenskulpturen der Blüten bekannt geworden sind. Die Triascalamiten gleichen durchaus denjenigen der Calamariaceen, wo über dieselben nachzulesen ist (S. 555). Gut bekannt ist auch *E. Münsteri* (Sternb.) Schimper aus dem Rhät. Ferner seien genannt *E. columnare* Brongn. (= *Oncylogonatum* König 1829) aus dem Jura und *E. Burchardti* Dunker aus dem Wealden.

Von den besonderen Erhaltungszuständen seien noch erwähnt, dass sich nicht selten die Stengeldiaphragmen der mesozoischen Equiseten als kreisförmige Scheiben erhalten finden, und zwar oft noch mit den zugehörigen und dann niedergedrückt ausgebreiteten Scheiden; Emmons »Gattung« *Lepacyclotes* E. 1856 aus dem Keuper von Nordkarolina

*) Wenn man die ährenförmigen sporophylltragenden Sprosse der *Sphenophyllales*, *Equisetales* und *Lycopodiales* von dem Begriff der Blüte ausschließt, so wird dieser Begriff im höchsten Maße künstlich und unzweckmäßig (vergl. H. Potonié, Der Begriff der Blüte. Naturwissenschaftliche Wochenschrift Bd. VIII Nr. 47. Berlin 19. November 1893).

gründet sich wohl auf solche Diaphragmen. Ferner ist zu erwähnen, dass sich öfter die Sprossgipfel gefunden haben, die ursprünglich flach-kuppelförmig besonders dann auffallend sind, wenn sie zu horizontalen oder fast horizontalen Scheiben niedergedrückt worden sind, die dann aus lauter concentrischen Kreisen (den in der Jugend ineinander geschachtelten Scheiden) gebildet erscheinen, die in Querstückchen, den einzelnen die Scheiden zusammensetzenden Blättern, zerteilt sind: sehr schöne diesbezügliche Abbildungen in den von Schenk herausgegebenen Tafeln Schönlein's über Keuperflanzen 1865. Endlich sind noch die jurassischen Reste zu erwähnen, die sich um *Equisetum lateralis* Philipps gruppieren, und die Zigno bei *Calamites*, Heer bei *Phyllotheca*, Schimper bei *Schizoneura* unterbringen und von Seward 1898 S. 275 mit den fossilen *Equisetum*-Arten zusammen zu *Equisetites* vereinigt werden. *E. lat.* ist also nacheinander bei sämtlichen gangbaren foss. *Equisetaceen*-»Gattungen« untergebracht worden, was schon zeigt, dass es sich um kritische Reste handelt. Der letztgenannte Autor macht darauf aufmerksam, dass die für sehr lange, dünne, lineale, vollständig getrennte Blätter angesehenen Organe in Wahrheit Seitensprosse (zum Teil, wie mir aus gewissen Figuren hervorzugehen scheint, wohl auch Wurzeln) sind, die quirlich an der Basis sehr kurzer, leicht zu übersehender Scheiden, ganz wie bei den recenten Equiseten, abgehen. Diese Auffassung ist mir durchaus plausibel, um so mehr, als die Seitensprosse gelegentlich verzweigt zu sein scheinen (vergl. Zigno's Fig. 3 Taf. III in 1856—68). Über und eine kurze Strecke von der Nodiallinie entfernt, aber nach gewissen Figuren (z. B. Heer, Nachträge zur Jura-Flora Sibiriens 1880 T. I Fig. 5) auch unter derselben erblickt man oft auf den Internodien kreisförmig, ± deutlich radialgestreifte Gebilde, die Schimper gewiss mit Recht für die bei der Fossilisation umgelegten Diaphragmen erklärt hat. Sie kommen auch neben den Sprossen auf den Gesteinsflächen vor, woraus hervorgeht, dass sie sich offenbar leicht aus dem Verbande gelöst haben. Sehr ähnliche Reste mit dünnen Seitensprossen, nur dass die Scheiden länger und deutlicher sind, und die umgelegten Diaphragmen fehlen, sind übrigens gelegentlich von vornherein richtig als Equiseten gedeutet worden wie Heer's *Equisetum arcticum* aus dem Miocän Spitzbergens (Heer 1870 Taf. I Fig. 3).

Wenn wir auch freilich von den mesozoischen Formen nicht den genaueren Bau der Blüten kennen, die uns durchweg nur ihrem äußeren Ansehen nach bekannt sind, so ist doch der Habitus dieser und aller übrigen zur Kenntnis gekommenen Organe der mesozoischen Reste derartig übereinstimmend mit denjenigen von *Equisetum*, dass sich die Unterbringung bei dieser Gattung, wie gesagt, von selbst aufdrängt.

Die riesigten Formen unserer Fossilien sind in der Trias und im Jura vorhanden, die Kreide- und Tertiärformen erinnern in ihren Größenverhältnissen schon an die recenten; *E. lombardianum* Sap. aus dem Oligocän (von Gard) z. B. ist kaum dicker als die heutigen dicksten tropischen Arten.

2. **Equisetites** Sternberg 1838. S. 43. Es ist notwendig, *Equisetum*-ähnliche Scheiden und Stamm- und Stengelreste mit *Equisetum*-ähnlichen Scheiden aus dem Paläozoicum gesondert zu betrachten, sofern uns sonst weiter nichts Zugehöriges bekannt ist. Es ist deshalb hier Vorsicht geboten, weil gewisse Calamariaceen (vergl. S. 552), die sonst freie Laubblätter besitzen, diese in der Jugend zu *Equisetum*-artigen Scheiden verbunden zeigen. Freilich giebt es unter diesen Resten solche, die sicherlich Arten angehören, die zeitlebens Scheiden behalten, ohne dass wir aber bei dem Mangel an Blütenresten dieselbe Sicherheit in der systematischen Zuweisung erreichen könnten wie bei den mesozoischen *Equisetum*-Arten.

Bei *Equisetites mirabilis* Sternberg (*Eleuterophyllum* Stur 1877) aus dem unteren prod. Carbon Niederschlesiens sind sehr kurze, ganz stumpfblättrige Scheiden vorhanden, sonst kommen die *Equisetites*-Reste vorwiegend im oberen prod. Carbon und im Rotliegenden vor, und zwar mit großen, langen Scheiden mit spitzen Zähnen.

3. **Phyllotheca** Brongniart Prodrome 1828. Brongniart beschreibt unter dem Namen *P. australis* sterile Sprosse, die an den Knoten anliegende Scheiden wie *Equisetum* tragen, deren zusammensetzende Blätter aber an Stelle der kurzen Zähne bei den Equiseten

in lang-lineale Teile ausgehen. Diese linealen Teile sind aufwärts gerichtet, ausgebreitet oder sogar zurückgebogen und wenigstens zweimal länger als der scheidige Teil. Solche Reste wird man allerdings geneigt sein, bis auf weiteres bei den *Equisetales* unterzubringen, um so mehr, als sich später ein, wie es scheint, ähnlich beblätterter Rest mit Blüten von *Equisetum*-Habitus gefunden hat. Nichtsdestoweniger ist es zweifelhaft, inwieweit die den Charakter von *Phyllotheca* aufweisenden Sprosse zu den *Equisetaceae* und inwieweit etwa zu den *Calamariaceae* gehören, da sich von der Ausbildung der Sprosse, wie sie Brongniart beschreibt, bis zu denjenigen, die sicher zu den Calamariaceen gehören und dort als *Annularia* bekannt sind, allmähliche Übergänge finden, nämlich auch Reste mit trichterförmig erweiterten scheidenförmigen Teilen der Blattwirtel bis zu horizontal, also flach-scheibenförmig ausgebreiteten Scheiden, wie sie eben bei *Annularia* vorkommen. Der fertile Rest, von dem oben die Rede ist, Fig. 344, lässt sich nach seinem Habitus — und weiter ist nichts eruierbar — am kürzesten als eine durch sterile Scheiden unterbrochene *Equisetum*-Blüte beschreiben, wie solche bei den recenten Arten von *E.* gelegentlich als Monstrositäten (Atavismus?) vorkommen. — Perm und Mesozoicum.

Fig. 344. *Phyllotheca(?)*-Blüte. Rechts oben Vergrößerung der Spitze des Restes. Von der unteren Tunguska (Perm?) in Sibirien. (Nach Schmalhausen.)

4. **p-Schizoneura** (= *Schizoneura* Schimper non Th. Hartig). Fig. 345. Obwohl auch hier die Blüten unbekannt sind, pflegt man die triasische Gattung *Schizoneura* ebenfalls zu den Equisetaceen zu rechnen. Es sind Sprosse mit sehr langen, kurzgezähnten Scheiden, die leicht stellenweise bis zur Basis einreißen und dann meist zwei gegenständige, blattartige (je aus mehreren Blättern gebildete) Lappen bilden, die einem *Polygonatum*-Laubblatt nicht unähnlich sind (daher der Brongniart'sche Name *Convallarites*). *Schiz.*

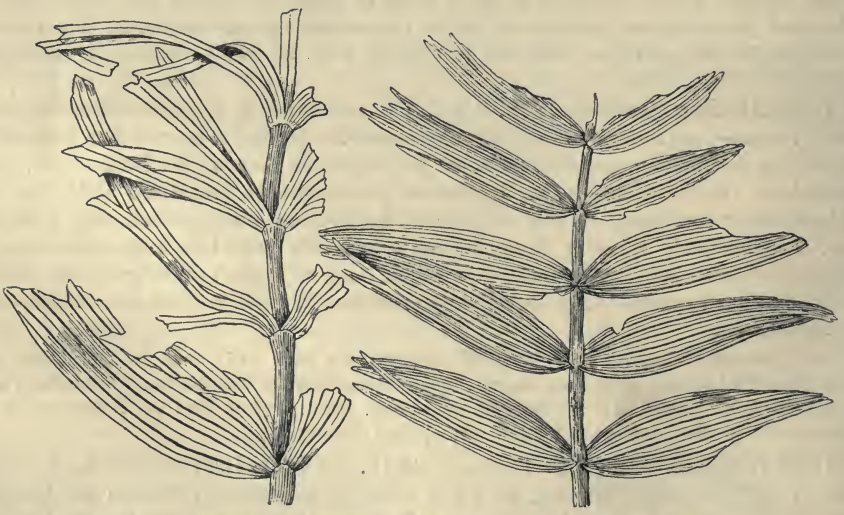


Fig. 345. *Schizoneura gondwanensis* in $^2/_3$ der nat. Gr. (Nach O. Feistmantel.)

würde hinsichtlich des geschilderten Verhaltens der Scheiden eine Mittelstellung einnehmen zwischen den *Calamariaceae*, bei denen sich die Stammblätter alle ganz trennen (S. 552) und der Gattung *Equisetum*, bei der nur gelegentlich die Scheiden der Länge nach einreißen. — Der Verlauf der Leitbündel in den Stämmen ist bei *Schiz.* derselbe wie bei *Asterocalamites* (S. 559, Fig. 351) oder wie bei den *Equisetaceae* u. *Calamariaceae* (S. 555, Fig. 348).

Es giebt nur wenige Arten. Es seien genannt: *Schiz. paradoxa* Schimp. und Moug. aus dem Buntsandstein mit 6 Blättern im Quirl, so dass nach der Trennung der Scheide in zwe Stücke — die gewöhnlich je drei Blätter enthalten, aber gelegentlich auch das eine Stück zwei und das andere vier Blätter — diese Stücke wie zwei lange, lineallanzettliche gegenständige Blätter erscheinen. — *Schiz. gondwanensis* O. Feistm., Fig. 345, mit viel zahlreicheren Blättern in der Scheide, die beiden Stücke elliptisch bis gestreckt-elliptisch. Diese Art ist für die mit der Trias zeitlich gleichzustellenden Schichten der Glossopterisfacies charakteristisch. — *Schiz. Meriani* (Brongn.) Schimp. des Keuper besitzt nicht alternierende Stengelrippen, dadurch an *Asterocalamites*, und ganz getrennte, bis über 12 cm lange, bis 4 mm breite, schmallineale Blätter zu etwa 6—24 im Quirl, dadurch an die Beblätterung älterer Calamitenstammreste erinnernd, deren Blätter aber stets kürzer und nicht so bandförmig und auch nicht einen so schlaffen Eindruck machen. Es ist ein Verlegenheitsausweg, diese Art bei *Schiz.* unterzubringen, ebenso ist es mit *Schiz. hoerensis* (Hisinger) Schimp., die aber ebenfalls zu nennen ist, da diese Art über die ganze Welt in den rhätischen Ablagerungen verbreitet ist; sie kommt auch im Jura vor. Die Blätter sind im Durchschnitt schmaler und weniger zahlreich im Wirtel als bei *Schiz. Meriani.* Diese Art und *Schiz. hoerensis* werden aus den angegebenen Gründen von manchen Autoren zu *Calamites* gestellt.

---

2. Calamariales.

Die C. (vergl. S. 11) zerfallen in zwei Familien:

Blüten heterospor, Blätter einfach, frei oder in der Jugend zu *Equisetum*-Scheiden verwachsen . . . . . **Calamariaceae.**

Blüten zweifelhaft, Blätter gegabelt und frei (höchstens am Grunde scheidig verbunden). **Protocalamariaceae.**

Calamariaceae

von

H. Potonié.

Mit 14 Einzelbildern in 4 Figuren.

(Gedruckt im Juni 1900.)

Wichtigste Litteratur. Compendien: Die Lehr- und Handbücher von B. Renault (1882), H. zu Solms-Laubach (1887), A. Schenk (1888 und 1890), H. Potonié (1897—1899), A. C. Seward (1898) und R. Zeiller (1900).

Zur Systematik: E. Weiss, Steinkohlen-Calamarien I (Abh. zur geol. Specialkarte von Preußen II Heft 1. Berlin 1876), St.-C. II (A. z. g. S. v. Pr. V, 2. Berlin 1884). D. Stur, Calamarien der Schatzlarer Schichten (Abb. d. k. k. geol. Reichsanstalt XI. Bd. II. Abtl. Wien 1887).

Zur Anatomie: A. Petzoldt, Über Calamiten und Steinkohlenbildung 1841 und namentlich W. C. Williamson's in den Philosophical Transactions of the Royal Society of London seit 1871 erschienenen Abhandlungen: »On the organisation of the fossil plants of the coal-measures«.

Merkmale. Größere bis baumförmige, monopodial-, regelmäßig-quirlig- oder unregelmäßig-verzweigte Pflanzen. Blätter einfach, zu vielen quirlig angeordnet, jedes mit nur einem Leitbündel, bei manchen Arten in der Jugend zu *Equisetum*-gleichen Scheiden verbunden. Stengel mit Markparenchym, später hohl und mit einem in die Dicke wachsenden jahrringlosen Holzcylinder (was Ad. Brongniart und seine Schule, namentlich

Renault, verleitet hat in den *C.* Gymnospermen zu sehen) und dicker Rinde. Blüten endständig oder stammbürtig, äußerlich denen von Equisetum nicht unähnlich, aber die Sporophyllwirtel meist mit solchen steriler Hochblätter (oder besser Blütenblätter) abwechselnd. Heterospor (auch isospor?).

Vegetationsorgane. Die zahlreichen, schmalen, linealen oder lang-lineal-lanzettlichen Blätter, wie solche den Stammteilen von *Calamophyllites* (vergl. über diese »Gattung« S. 556) ansitzend gefunden worden sind, waren in der Jugend (H. Potonié, Bau

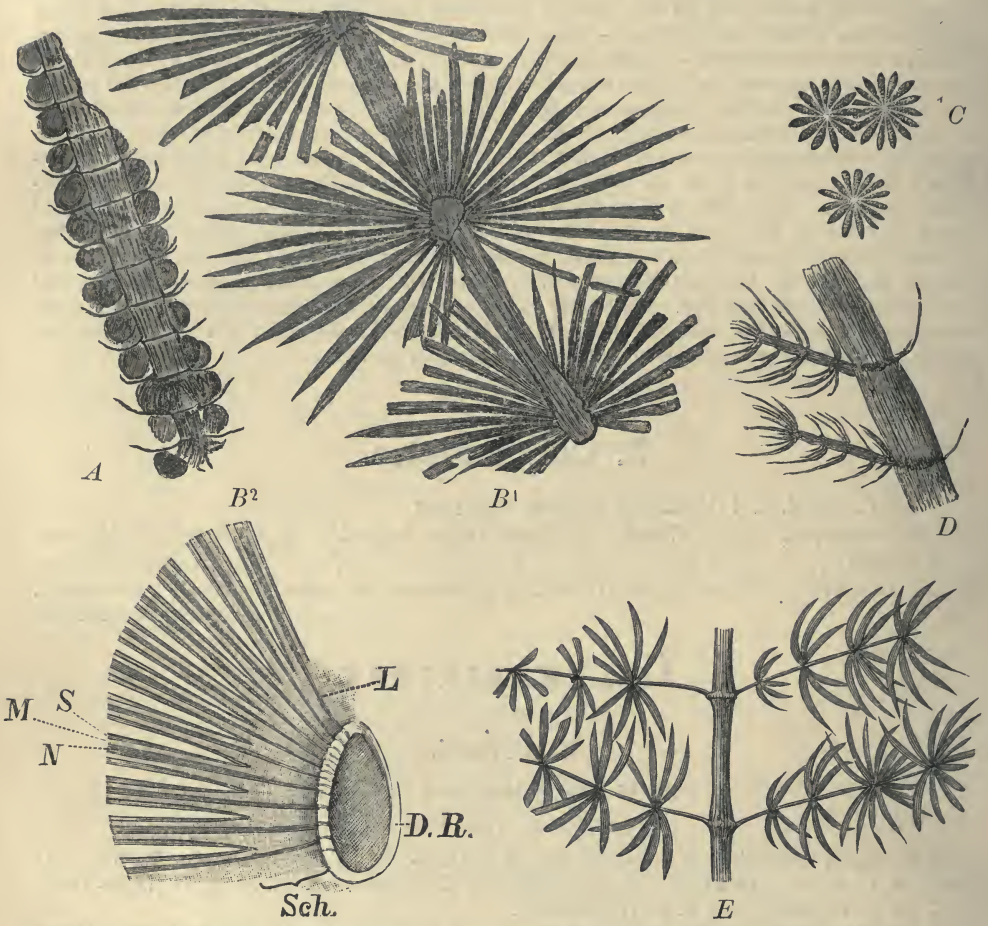


Fig. 346. *A* Stück einer Blüte: *Calamostachys*. *B*¹ *Annularia stellata*; *B*² desgleichen, ein Teil der centralen Partie eines Blattwirtels, *D.-R* Diaphragma-Ring, *Sch* Scheide, *L* Leitbündel der Scheide, *N* Den Blattmittelnerven enthaltender Mesophyllstreifen, *M* Hervorgewölbte Mesophyllstreifen zu beiden Seiten von *N*, *S* Saum der Blätter. — *C Annularia sphenophylloides*. — *D* u. *E Asterophyllites*. *A* und *B*¹ nach E. Weiss; *B*² nach Potonié; *E* nach Lindley und Hutton; *A*, *B*¹, *C*, *D* und *E* in 1/1, *B*² in 3/1 der natürl. Größe.

der Blätter von *Annularia* u. s. w. Ber. d. D. bot. Ges. 1892, S. 561 ff., Flora des Rotl. v. Thüringen. Abh. d. K. Preuß. geol. Landesanstalt. Berlin 1893 oder Lehrbuch 1899), so lange die Stammteile, denen sie ansaßen, nicht wesentlich in die Dicke wuchsen, scheidenbildend, durchaus wie die recenten Equisetaceen. Stücke solcher Scheiden sind z. B. *Bocksia* Göpp. 1836. Nach Maßgabe des Dickenwachstums der zugehörigen Stammteile mussten die Blätter auseinanderrücken und sich längs vorgebildeter Commissuren voneinander trennen. Da die letzteren in der Mitte eines die Blätter ursprünglich verbindenden häutigen Teiles verlaufen, so trägt jedes Blatt nach der Trennung an seinem

Rande einen Hautsaum. Stammstücke, die die Blätter noch scheidig verbunden zeigen oder Scheidenstücke, also noch voneinander nicht vollständig getrennte Blätter pflegt man als *Equisetites* zu bezeichnen (vergl. S. 549), in der Meinung, dass es sich hier um Equisetaceen-Reste handele. Jedoch ist es nach dem Gesagten wahrscheinlich, dass ein Teil dieser Reste, wofern nicht alle im Paläozoicum vorkommenden, zu den Calamariaceen gehören. — Wie die recenten *Equisetum*-Scheiden sich gelegentlich abnorm streckenweise zu einem den Stengel umschlingenden Spiralband auflösen, so scheint es ausnahmsweise auch bei Calamariaceenstengeln vorzukommen: die »Gattung« *Gyrocalamus* Weiss 1884, S. 152 ist vielleicht ein solcher Rest und wohl doch etwas anderes als *Fayolia* Ren. u. Zeill. (l. c. p. 202).

Von den vielen Namen, welche für noch beblätterte, dünnere Seitenzweige aufgestellt worden sind, wie *Annularia* Sternb. 1823 p. XXXI, *Asterophyllites* Brong. Prodrome 1828 p. 159, *Bornia*, *Bechera*, *Bruckmannia*, *Schlotheimia* und *Myriophyllites* Sternb., *Casuarinites* Schloth., *Hippurites* Lindl. u. Hutt., die zum Teil auch andere Dinge wie Blüten u. s. w. und Reste umfassen (so *Bornia* auch Marksteinkerne von *Asterocalamites*, vergl. bei den Protocalamariaceen), sind die beiden erstgenannten schließlich für Laubsprossreste von Calamariaceen üblich geworden. Danach bezeichnet man jetzt als *Annularia* Sprosse, bei denen die Blätter jedes Wirtels in derselben Ebene ausgebreitet liegen; am Grunde bleiben sie bei *Ann. stellata* (Schloth.) Wood und auch bei Resten, die zum Typus der *Ann. radiata* gehören, am Grunde zeitlebens zu einer scheibenförmigen, kurzen Scheide verbunden, Fig. 346, B^2). An der Ansatzstelle dieser Scheide, resp. der Blätter, pflegt sich an den Resten von *Ann.* ein Ring (daher »*Annularia*«) zu markieren, der durch das am Rande dickere Diaphragma des Stengelknotens zustandekommt. Bei *Asterophyllites* (*Calamocladus* Schimper) sind die Blätter mehr oder minder nach aufwärts gerichtet; eine Scheide ist hier nicht beobachtet worden, übrigens auch nicht bei allen *Annularia*-»Arten«. Vergl. Fig. 346 *B*, *C*, *D*, *E*.

Anatomisches Verhalten. Der hohle Holzcylinder der Stämme (Fig. 347, *A*) besteht auf dem Querschliff aus einem Ring regelmäßiger Holzkeile, die nach der Markhöhlung zu mit dem primären Teil vorspringen, so dass bei gänzlicher Entfernung oder Einschrumpfung des Markparenchyms und der an den Knoten durchgehenden Diaphragmen die Wandung der Markhöhlung mit vorspringenden, der Länge nach verlaufenden Leisten besetzt erscheint. Meist sind Steinkerne der Markhöhlung erhalten, die dann diesen Leisten entsprechend längsgefurcht sind; an den Knoten sind diese Längsfurchen durch eine zickzackförmige Nodiallinie verbunden. In den Primärbündeln verläuft eine auf dem Querschliff im ganzen kreisförmige Gewebslücke, die sich an manchen Schliffen noch mit Zellen erfüllt zeigt; sie entspricht derjenigen bei *Equisetum*: der »Carinalhöhle«. Das Holz mit seinen radialen Zellreihen besteht im wesentlichen aus Treppenhydroïden, auch mehrreihige Hoftüpfel auf den Radialwandungen kommen vor, sowie Übergänge solcher zu Treppenhydroïden. Jahrringbildung fehlt. Außer Markverbindungen kommen secundäre Markstrahlen vor. Die Zellen der letzteren sind meist abweichend von dem üblichen Verhalten in Richtung der Längsachse des Stammes gestreckt, sonst mehr isodiametrisch.

Die letzterwähnte eigentümliche Abweichung, also die Längserstreckung der Markstrahlzellen, verlangt ganz besonders eine Erklärung. Wo zum erstenmal im Laufe der Phylogenesis der Pflanzen Stengel oder Übergangsbildungen zu Stengelorganen wie bei Algen auftreten, haben diese neben ihrer Trägerfunktion die Aufgabe, die Nährstoffe zu und von den Blättern zu leiten. Diese Leitung findet naturgemäß bei einfachstem primitivsten Bau ganz wesentlich in Richtung der Längserstreckung statt: wo sich zum erstenmal Andeutungen von besonderen Leitbündeln, die dann aus lauter zunächst gleichartigen Zellen zusammengesetzt werden, wie bei gewissen Algen und Moosen finden, werden die Elemente derselben daher auch eine Streckung in Richtung der Stengellängsachse aufweisen. Erst nachdem das Leitbündel oder der Leitbündelkomplex eines Stengels sich in verschiedene Gewebe mit besonderen Funktionen sondert, und bei beträchtlicher Zunahme des Leitbündelsystems nun auch das stärkere Bedürfnis eintritt, querverlaufende

Leitungsbahnen zu besitzen, werden auch in dem genannten System quer zu der Stengellängsachse verlaufende Gewebezüge, wie die Markstrahlen der Siphonogamen (Gymnospermen und Angiospermen) auftreten. Sehen wir nun, wie bei den Calamariaceen, also bei einer Gruppe, die in natürlicher systematischer Folge einen Platz zwischen den

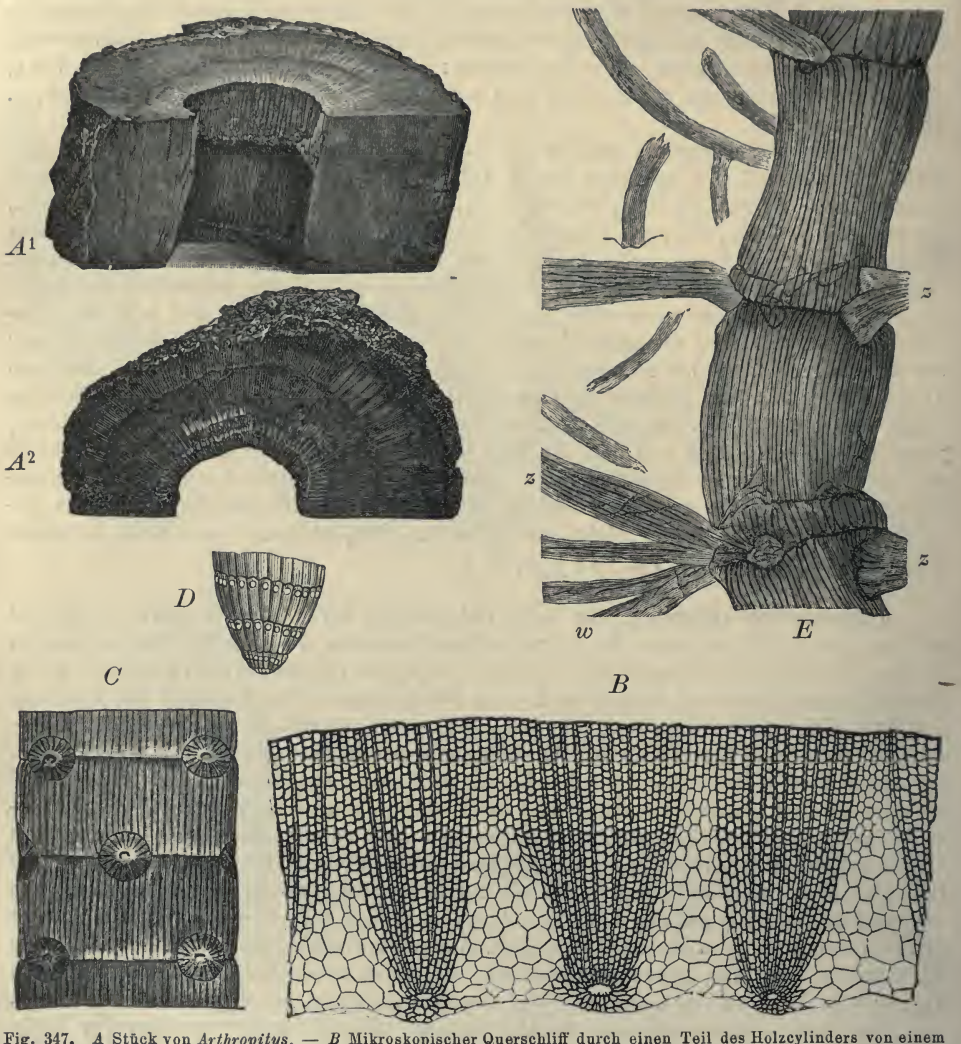


Fig. 347. *A* Stück von *Arthropitys*. — *B* Mikroskopischer Querschliff durch einen Teil des Holzcylinders von einem dünnen Stengel. — *C* Marksteinkern von *Eucalamites cruciatus* mit Eindrücken von Astabgangsstellen. — *D* Marksteinkern eines Astes von der Abgangsstelle am Rhizom von *Stylocalamites Suckowii*. — *E* *Eucalamites ramosus*, Rhizomstück, *z* Äste, *w* Wurzeln. (*A* nach A. Schenk; *B* und *E* nach Weiss. *A* in 2/3, *B* ca. 16/1, *C*, *D* und *E* etwas verkl.)

Thallophyten und Siphonogamen einnimmt, trotz bereits hoher Complication des Leitbündelsystems, doch noch Längserstreckung der Markstrahlelemente in Richtung der Stengellängsachse vorherrscht, so darf man das wohl auf Rechnung der Anknüpfung an Verhältnisse bei den Vorfahren setzen. Dieser Bau der Calamariaceen charakterisiert sich demgemäß als eine Bauart, die eine tiefere Stufe einnimmt als diejenige der Siphonogamen.

Cotta (Dendrolithen 1832) bezeichnete die Hölzer als *Calamitea* (= *Calamodendron* Brongniart, Tab. 1849); Göppert (1864—1865) brachte sie in 2 Gruppen:

1. **Arthropitys** Göpp. (1864). Markverbindungen schmal, dünnwandig-parenchymateus, meist durch den ganzen Holzring hindurch deutlich, aber nach außen gelegentlich undeutlich werdend und verschwindend und sich hier der Querschliffstructur der Holzkeile nähernd, Fig. 347 *A* u. *B*.

2. **Calamodendron** Brongn. (1849) zum Teil. Markverbindungen breit, stets ganz und deutlich durchgehend; sie zerfallen auf dem Querschliff in 3 Radialbänder: 2 breite seitliche, die aus dickwandigen Faserzellen ein Stereom bildend bestehen und in der Mitte ein Parenchymband. — Hiervon ist abgetrennt worden:

3. **Arthrodendron** Scott (in Seward 1898 p. 301) (= *Calamopitys* Will. 1871 non Unger): Markstrahlen ausschließlich aus Faserzellen gebildet.

Verlauf der Leitbündel wie bei *Equisetum*. In den zickzackförmig verlaufenden Nodialanastomosen, kleine, parenchymerfüllte Räume, die oft von Blattspuren, resp. Wurzelbündel durchzogen werden. Die Markverbindungen werden in der Nähe ihrer oberen Kante von je einem, von innen nach außen durch den Srahl verlaufenden Kanal durchzogen (»Infranodalkanal« Williamson's), der durch Schwund eines Parenchymstreifens entsteht, nach Renault jedoch oft leitende Elemente enthält, weshalb er die in Rede stehenden Organe als die eventuellen Abgangsstellen von Wurzeln ansieht (»organes rhizifères«).

Meist finden sich Steinkerne der Markhöhlungen, deren Außenskulptur durch Furchen den Verlauf der Primärbündel zu erkennen giebt; es sind das die ursprünglichen, eigentlichen »Calamiten«, die daher im Prinzip die von dem Schema, Fig. 348, wiedergegebene Skulptur aufweisen. Nur ausnahmsweise sind die Längsfurchen wie bei *Asterocalamites* (vergl. Fig. 351) streckenweise superponiert. Nach dem geschilderten anatomischen Bau ist es klar, dass auch Steinkerne, welche die Oberflächenskulptur der Holzoberfläche wiedergeben (solche sind freilich selten), sehr ähnlich den Marksteinkernen skulpturiert sein müssen. Holz und Rinde, resp. bei den Holzoberflächensteinkernen die Rinde allein, sind meist auf den Steinkernen als kohlige Bedeckung (»kohlige Rinde«) erhalten. Unterhalb der Knotenlinien sieht man oft am Gipfel der den Markverbindungen entsprechenden vorgewölbten Leisten, den »Rippen«, kleine, kreis-ellipsenförmige Hervorragungen, welche den Infranodalkanälen entsprechen (Fig. 347 *D*). Der Teil der Markverbindung, welcher von dem Infranodalkanal durchzogen wird, wird oft von dem darunter befindlichen Teil der Markverbindung durch eine schwache Leitbündelanastomose abgegrenzt. Gehen Zweige von Rhizomen aus, so pflegen sie an ihrer Basis kegelförmig verjüngt zu sein. Die Markhöhlensteinkerne sind an den Ansatzstellen der Achse stets verjüngt. Die Stellen auf den Nodiallinien der Marksteinkerne, welche den Astabgangsstellen entsprechen, markieren sich durch mehr oder minder große und deutliche flachnapfförmige Vertiefungen, in deren Centrum mehrere der längsverlaufenden Leitbündelfurchen in einem Punkt zusammenstrahlen, Fig. 347 *C*.

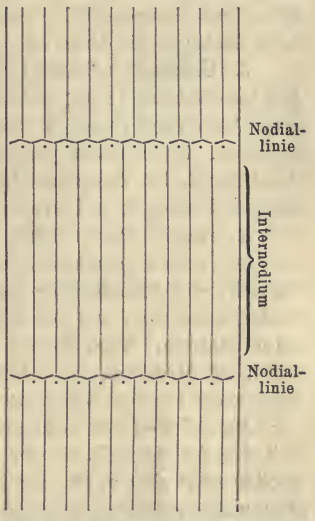


Fig. 348. Schema des Leitbündelverlaufs in den Stämmen und Stengeln der Calamariaceen und Equisetaceen.

Die Gesamtgattung für alle Calamariaceenreste *Calamites* Suckow (1714) kann man in Anlehnung an E. Weiß in die folgenden, wenn auch bei Beachtung des ganzen Materiales recht künstlich erscheinenden, doch vorläufig brauchbaren »Gattungen« oder »Untergattungen«, zerlegen.

1. **Stylocalamites** W. Ausgezeichnet durch Zweigarmut.

2. **Eucalamites** W. Knoten fast alle bezweigt. Furchen alternierend. Fig. 347 *C* und *E*). In Zusammenhang gefunden mit *Annularia* (vergl. Weiß, Calam. II, 1884 Taf. V und VI). Bei Steinkernen von *E. cruciatus* (Sternb.) Weiss sieht man häufig die

Internodien in 3 Zonen gegliedert: eine mittlere, breitere, ohne oder mit nur schwacher Andeutung von Rippen, und über und unter dieser Zone, bis an die Nodiallinien heranreichend, je eine über die mittlere hervorgewölbte Zone, »Manchette«, mit deutlichen Furchen und Rippen. J. T. Sterzel (Flora d. Rotlieg. i. Plauenschen Grunde. Leipzig 1893) hat die Entstehung dieser Steinkerne geklärt durch Untersuchung von Resten, an denen vier ineinander steckende Hohlcylinder aus Kohle vorhanden waren. Der äußerste, erste derselben ist der Rückstand der Epidermis und von Rindenteilen, der zweite, dickste, stellt den Holzkörper dar, und von diesem hebt sich innen hier und da ein dünnes Kohlenhäutchen, »Endodermis?«, ab, dann folgt noch ein dünnes Kohlenhäutchen, das aber nur an den Stellen, wo die mittleren Zonen der Internodien sich befinden, parallel den drei erstgenannten Kohlencylindern verläuft, während es sich über den beiden in der Nodiallinie zusammentreffenden Manchetten weit nach innen hineinwölbt, so dass wir also, wenn wir uns den innersten, vierten Cylinder allein vorstellen, an den Nodiallinien hohe und tiefe Einschnürungen erhalten. Das vierte Kohlenhäutchen könnte sehr wohl eine aus resistenteren Zellen gebildete Abgrenzungshaut des Markes nach der Centralhöhle hin sein, wie sie bei recenten Equisetaceen beobachtet ist. Die Steinkerne mit den »Manchetten« kommen nun in der folgenden Weise zustande: über und unter den Nodiallinien, soweit die »Manchetten« reichen, ist der innere Abdruck des Holzkörpers mit seinen scharf ausgeprägten Rippen und Furchen bloßgelegt, aber nur hier erhalten, weil hier die zwischen der innersten, 4. Membran und dem Holzkörper (2. Membran) befindliche Gesteinsschicht dick war. In den mittleren Zonen der Internodien bildete diese Gesteinszwischenschicht, zwischen 2. und 4., nur eine dünne, leicht zerbrechliche Lamelle, die eben an den Stücken abgesprungen ist.

3. **Calamophyllites** Gr. Eury 1869 (*Cyclocladia* Lindl. u. Hutt. 1833—1835 p. 137 non Goldenberg 1855; *Calamitina* W. 1876). — Knoten nicht alle bezweigt, aber Äste, resp. Astnarben meist in dichten Zeilen, unter denen sich die Blätter, resp. Blattnarben befinden. Internodien periodisch von einem Astquirl zum anderen an Höhe zu- oder abnehmend. In Zusammenhang gefunden mit *Asterophyllites* (vergl. Grand' Eury, Fl. carbon. d. dép. d. l. Loire. Atlas. Paris 1877. Taf. IV, und Renault, Cours d. bot. foss. 2. année. Paris 1882. Taf. 17, ferner Stur, Calamar. 1887, Taf. XVII).

Die selten erhaltene Rinde der Calamariaceen ist im ganzen dünnwandig-parenchymatisch, die Primärrinde gewöhnlich ± in den Außenpartien sklerenchymatisch, zuweilen kann man wie bei *Equisetum* abwechselnde Sklerenchym- und Parenchymbänder unterscheiden. Nach Renault vereinigen sich die Stereombänder auf dem Tangentialschliff zu Maschen, wodurch *Dictyoxylon*-Bau (näheres über denselben bei den Lepidodendraceen) zustandekommt.

An Stücken mit kohliger »Rinde« oder an Abdrücken von Stammaußenflächen lässt sich die Außenskulptur der Calamariaceenstämme zuweilen noch studieren. Hin und wieder zeigt sich auch hier eine ± deutliche Längsstreifung auf der sonst im ganzen glatten Außenfläche der Stämme; unterbrochen wird dieselbe von den mit Blatt- und Astnarben besetzten Nodiallinien. Die Blattnarben sind ± kreisförmig bis breitgezogen und besitzen in ihrem Centrum einen Punkt: die Durchtrittsstelle des einen Blattleitbündels.

Die von Williamson 1877 als *Astromyelon* (= *Myriophylloides* Hick und Cash 1881) beschriebenen Reste mit innerer Structur haben sich als die Adventivwurzeln von Calamiten erwiesen. Sie stimmen in ihrem Bau durchaus mit typischen recenten Wurzeln überein, so durch die centripetale Entwickelung des primären Xylems, die Alternation der primären Xylem- und Phloëmbündel, die endogene Bildung eventueller Verzweigungen (Abb. mit fiederig-verzweigten Wurzeln schon bei Artis Taf. I) und das Fehlen von Knoten. Die großlacunöse Rinde von *Astromyelon* spricht dafür, dass die Calamariaceen Sumpfpflanzen waren.

Blütenverhältnisse. Die endständigen, oft traubig-rispig zusammenstehenden oder stammbürtigen Blüten (*Volkmannia* Sternb.) ähneln äußerlich betrachtet denen der Equi-

setaceen; sie können bis ca. 30 cm Länge erreichen. Durch ihr gelegentliches Auftreten noch in organischer Verbindung mit Calamiten und Annularien ist ihre Zugehörigkeit sichergestellt. Die Sporophylle stehen in Wirteln. Je ein solcher Wirtel wechselt allermeist mit je einem Wirtel von sterilen, bis zum Grunde freien oder scheiben-scheidig ± verwachsenen, hochblattförmigen Blütenblättern ab. In einigen wenigen Fällen ist Heterosporie der Blüten constatiert worden (vergl. unter *Calamostachys*), und man ist daher geneigt, die sämtlichen Calamariaceen für heterospor zu halten. Da einige Blüten, die für eine anatomische Untersuchung einigermaßen zugänglich sind, nur einerlei, und zwar kleinere Sporen zu haben scheinen, so würde bis auf weiteres anzunehmen sein, dass diese Blüten nur Mikrosporangien enthalten.

Von den Blütenresten seien die folgenden »Gattungen« genannt.

1. **Calamostachys** Schimper (incl. *Paracalamostachys* Weiss 1884, *Aphyllostachys* Göpp. ?, *Asterophyllostachys* Schimper 1890 p. 173, *Arthropityostachys* und *Calamodendrostachys* Ren. 1896; *Stachannularia* Weiss ist ein besonderer Erhaltungszustand von *Calamostachys*) Fig. 349. — Sterile und fertile Blattwirtel mit einander abwechselnd; die sterilen Blätter am Grunde meist zu einer Scheibe wie bei *Annularia* verwachsen. Sporophylle sehr ähnlich denen von *Equisetum*, aber nur je vier Sporangien tragend. Renault (Ann. d. sc. nat. Botanique. Paris 1873, Taf. 19—22), Williamson (Organ. foss. pl. XI, 1881, Taf. 54 Fig. 24), sowie der letztgenannte Autor in Verbindung mit D. H. Scott (Further observations I, 1894) haben einige wenige Exemplare echt-versteinerter Blüten beschrieben, die in ihren unteren Teilen Makro-, in ihren oberen Mikrosporangien zeigen, also heterospor sind, während *Calamostachys Binneyana* Schimper (non Williamson und Scott) als homospor angegeben wird.

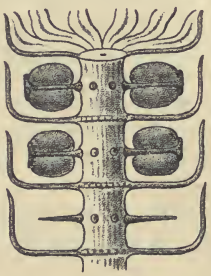


Fig. 349. Stückchen einer *Calamostachys*-Blüte nach Wegnahme der vorderen Blütenblätter. Schematisch. Einige Male vergrößert.

2. **Palaeostachya** Weiss. — Sterile Blätter frei und Sporophylle in den Winkeln der sterilen Blätter sitzend, resp. die Anheftungsstellen der Sporophylle unmittelbar über denjenigen der sterilen Blätter. Sonst wie 1.

3. **Huttonia** Sternberg. — Die Sporangienträger ebenso inseriert wie bei 2. Sporangien unbekannt. Unter den sterilen Wirteln eine scheibenförmige Platte (= Duplicatur von der Rückseite der sterilen Blätter ausgehend?).

Anhang: 4. **Cingularia** Weiss. Nur einerlei Wirtel, sich duplicierend in eine obere, sterile, in Zähne auslaufende Scheibe, und in eine untere fertile, durch tiefe Einschnitte gelappte Scheibe, deren 2 lappige, abgestutzte Lappen unterseits je 4 Sporangien tragen (Weiss, Calam. 1876 S. 88 ff. Fig. auf den Taf. VI—IX, und Ed. Fischer, *Cingularia*. Mitt. d. Naturf. Ges. in Bern 1893, S. 1 ff.). Die Wirtel sind wie bei den Sphenophyllaceen und Protocalamariaceen superponiert, weshalb man den merkwürdigen, nur aus dem mittleren produktiven Carbon des Saarreviers bekannten Rest, wo er häufig ist, auch eben so gut als Anhang bei diesen beiden Familien besprechen könnte. Dass er hier vorläufig bei den Calamariaceen vorgebracht wird, geschieht nur auf Grund der *Annularia*-ähnlichen Beblätterung der Laubsprosse, denen die *Cingularia*-Blüten seitlich ansitzen (vergl. Weiss 1876, Tab. VII, Fig. 1).

Andere Blütenreste (z. B. *Macrostachya* Schimper) sind nur ihrem äußeren Habitus nach bekannt.

Verbreitung. *Calamites*-Arten kommen vom Carbon bis zum Rotliegenden vor; die calamitoiden Marksteinkerne der Trias und späterer Formationen sind wohl alle Equisetaceenreste (vergl. p. 548—549). *Calamophyllites* ist charakteristisch für Culm bis zum mittleren produktiven Carbon, *Eucalamites* und *Stylocalamites* für diese selben Horizonte bis zum Unterrotliegenden. Das reiche Vorkommen von Calamariaceenresten im obersten Horizont des produktiven Carbon, in den Ottweiler Schichten, hat diesen den Namen Calamarienstufe eingetragen.

Verwandtschaftliche Beziehungen zu den *Equisetaceae* sind so unverkennbar, dass man bei dem späteren Auftreten der Equisetaceen, die erst von der Trias ab sicher bekannt sind, diese als direkte Nachkommen von Calamariaceen ansehen möchte. Man hat früher besonders gern das nachträgliche Dickenwachstum der Calamariaceen als wesentlich unterscheidend von den Equisetaceen angesehen; es ist diesbezüglich darauf aufmerksam zu machen, dass B. G. Cormack (On a cambial development in Equisetum. Ann. of Botany VII, p. 63—82 pl. VI) eine Andeutung von Dickenwachstum bei *Equisetum maximum* gefunden hat. — Weiteres siehe bei den *Protocalamariaceae* p. 561.

Einteilung der Familie. Da nur spärliche Blütenreste ihrem Baue nach genauer erforscht werden konnten, und die organischen Zusammenhänge von Blüten, beblätterten Zweigen und Stämmen nur ausnahmsweise bekannt geworden sind, so dass ein volles Bild der einzelnen Arten nicht möglich ist, so ist man genötigt, wie das in obigem geschehen ist, die einzelnen Reste für sich zu klassifizieren.

Protocalamariaceae

von

H. Potonié.

Mit 6 Einzelbildern in 4 Figuren.

(Gedruckt im Juni 1900.)

Die Familie der *P.* wurde (H. Potonié, Lehrbuch 1899, S. 183) für fossile Reste aufgestellt, welche — soweit wir dieselben wenigstens bis jetzt kennen — ebensoviele Beziehungen zu den Sphenophyllaceen wie zu den Calamariaceen aufweisen. Die Hauptart *Asterocalamites scrobiculatus* (Schloth.) Zeiller (= *Calamites scrobiculatus* Schloth., *Bornia scrobiculata* Sternb., *Calamites radiatus* Brongn., *Bornia transitionis* F. A. Römer, *Calamites stigmarioides* Göpp., *Anarthrocanna* Göpp. ex parte, *Stigmatocanna Volkmanniana* Göpp., *Archaeocalamites radiatus* (Brongn.) Stur u. s. w.), dessen noch beblätterte Sprosse, Fig. 350 (vgl. auch die Abb. bei Ettingshausen, Foss. Fl. d. mähr.-schles. Dachschiefers. Wien 1865, Taf. II u. Stur, Culmfl. d. mähr.-schles. Dachschiefers. Wien 1875, T. II, III, IV, V, Fig. 1, 2) als *Sphenophyllum furcatum* H. B. Gein. beschrieben wurden, ist — wie aus dem anatomischen Bau der wenigen echt-versteinert gefundenen Reste hervorgeht — wohl eine in mehrere wirkliche Arten zerfallende Sammelart.

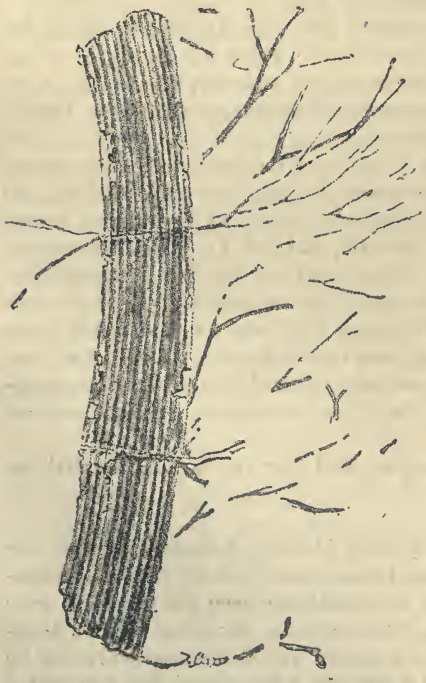


Fig. 350. *Asterocalamites scrobiculatus.* (Aus Potonié's Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie.)

Vegetationsorgane. *Asterocalamites scrobiculatus* muss der Größe der erhaltenen Stammreste gemäß eine baumförmige Pflanze gewesen sein. Die noch mit Blättern versehenen Stammstücke, Fig. 350, zeigen die Zugehörigkeit der ersteren zum Typus des *Sphenophyllum tenerrimum*, nur dass sie weit

größer sind. Wie bei den Sphenophyllaceen stehen diese gegabelten Blätter in Wirteln, und zwar sind sie ebenfalls — wie die durch die Internodien durchgehende Längsriefung zeigt — superponiert.

Von seiner Gattung *Pseudobornia* sagt Nathorst (Üb. die oberdevon. Flora der Bäreninsel 1899), dass es vielleicht am zweckmäßigsten sei, sie als zu den Protocalamariaceen gehörig anzusehen. An den Knoten der Stengel stehen am Grunde fächerig-gabelteilige »Blätter« ohne deutliche Aderung, mit langgestreckten, fiederig-zerschnittenen oder gefranzten Spreitenteilen. Ob diese Blätter am Knoten nur zu zweien oder zu mehreren vorkommen, konnte nicht entschieden werden.

Anatomisches Verhalten. Am häufigsten trifft man mehr oder minder mächtige Steinkerne: die Ausfüllungen der wie bei *Equisetum*, Fig. 327*A*, hohlen Stengel. Diese Steinkerne haben die in der Figur 351 wiedergegebene Oberflächen-Sculptur, d. h. wir bemerken quere Furchen (Nodiallinien), die von längsverlaufenden Furchen durchkreuzt werden; die Längsfurchen durchschneiden also ohne Unterbrechung die sie quer verbindenden Nodiallinien in geradem Verlauf: darauf ist besonders zu achten, um die in Rede stehenden Steinkerne nicht mit solchen der echten Calamariaceen zu verwechseln. Das Exemplar Fig. 350 zeigt das Gewebe des Stengels auf dem riefigen Steinkern als Kohlenrinde erhalten, die bei diesem Exemplar noch sehr dünn ebenfalls deutliche Riefung besitzt, an der man auch konstatieren kann, dass die Längsfurchen an den Nodiallinien nicht alternieren.

In allen wesentlichen Zügen schließt sich *Asterocalamites* an *Arthropitys* (vgl. S. 555) an, auch hinsichtlich des Vorhandenseins je einer Lacune in den Primärbündeln; die Reste zeigen aber unter sich Unterschiede, die dafür sprechen, dass es sich um mehrere Arten handelt, so besitzen von Renault beschriebene Stammreste auf den Zellen des Holzes Kreistüpfel, solche die Solms (Üb. die in den Kalksteinen des Culm von Glätzig-Falkenberg in Schlesien enthaltenden Structur bietenden Pflanzenreste. Bot. Ztg. 1879) beschreibt jedoch Treppengefäße. Dass *Asteroc.* wie die echten Calamariaceen einen ein weites Markrohr umschließenden secundären Holzkörper besessen hat, beweisen übrigens schon die Abbildungen von Schimper (Terrain de transition des Vosges 1862, T. I, Fig. *c* und *d*). Diese stellen einen typischen Steinkern von *Asteroc.* dar, der zum Teil noch von Gestein umhüllt ist; in diesem sind ganz deutlich die freilich anatomisch nicht mehr untersuchbaren Andeutungen des den Kern umgebenden Holzkörpers mit Markstrahlen vorhanden. Bei der Ausfüllung der Markhöhlung mit Gesteinsmaterial werden sich auf diesem die primären Leitbündel als Längsfurchen markieren müssen und ihre seitlichen Verbindungen in den Knoten als Querfurchen; die »Rippen« der Steinkerne entsprechen somit den Markverbindungen.

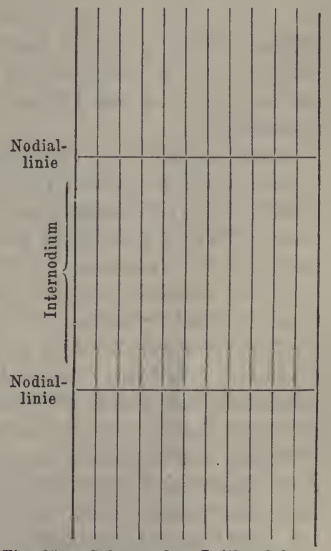


Fig. 351. Schema des Leitbündelverlaufs in den Stämmen und Stengeln von *Asterocalamites*.

Allermeist finden sich wie bei den Calamariaceen auch bei *Asteroc.* Marksteinkerne. Ein großer Teil derselben zeigt keine Spur von Zweigbildung; sonst markiert sich eine solche je nach dem Erhaltungszustande durch eine kreis-napfförmige Vertiefung oder eine buckelartige Hervorwölbung an der Stelle, wo auf der Nodiallinie ein Zweig abgegangen ist. Hier vereinigen sich dann mehrere der längsverlaufenden Furchen in einem Punkt durch Ablenkung aus der Geraden. Die Stücke, die solche »Astnarben« besitzen, tragen an allen Knotenlinien, und zwar in regelloser Stellung 1—4 und mehr Astnarben an jeder Querlinie.

Blütenverhältnisse. Die Blüten sind nicht sicher bekannt. Unter dem Namen *Pothocites* Paterson, Fig. 352, sind zwar Blüten beschrieben worden (vgl. namentlich R. Kidston, Affin. of the Genus Poth. Ann. Mag. Nat. Hist. London 1883, p. 297 ff. T. IX—XII), die zu *Asterocalamites* gehören sollen, aber in Zusammenhang mit diesem sind sie nicht gefunden. Es sind gestreckt-kolbenförmige Gebilde, die vier-, zuweilen fünflappige Sporophylle (?) tragen; die Kolben erscheinen in regelmäßigen Abständen eingeschnürt, und in den Einschnürungen sind schmalteilige, gegabelte Blätter inseriert, wodurch *Poth.* an *Phyllotheca* (vgl. Fig. 344) erinnert. Die Form der Blätter und die Thatsache, dass *Pothocites* mit *Asterocalamites* zusammen vorkommt, spricht allerdings für die specifische Zusammengehörigkeit, aber auch, wenn sie ganz zweifellos wäre, würde die geringe Kenntnis, die wir von diesen Blüten haben, keinen rechten Ausschlag für die systematische Stellung der *P.* ergeben. Durchaus ähnlich den Blüten der Equisetaceen sind diejenigen, die B. Renault als zu *Asterocalamites* gehörig beschreibt und abbildet, aber auch hier ohne den organischen Zusammenhang mit dieser Gattung nachzuweisen. Es sind Blüten, die in wirteliger Anordnung Sporophylle wie *Equisetum* besitzen, nur dass auch hier jedes Sporophyll nur vier Sporangien besitzt. Diese Blüten erinnern außerordentlich an solche, die Grand' Eury (Bass. h. du Gard 1890, T. XVII Fig. 9—19) noch in organischem Zusammenhang mit beblätterten Zweigen aus dem oberen Teil des productiven Carbon bekannt gegeben hat. Grand' Eury nennt seine Pflanze *Autophyllites furcatus.* Die quirlig stehenden, am Grunde scheidig verbundenen, linealen Blätter von *Autophyllites* sind an ihrem Gipfel nur einmal-gegabelt, in den Achseln der Scheide stehen die gestielten Blüten; die nur schwachen Stengel enthalten Steinkerne, die an diejenigen von *Asterocalamites* erinnern, jedoch gewöhnlich alternierende Furchen aufweisen.

Fig. 352. *Pothocites*, in 2/1, aus dem Kohlenkalk von Rothwaltersdorf in Niederschlesien. (Nach Stur.)

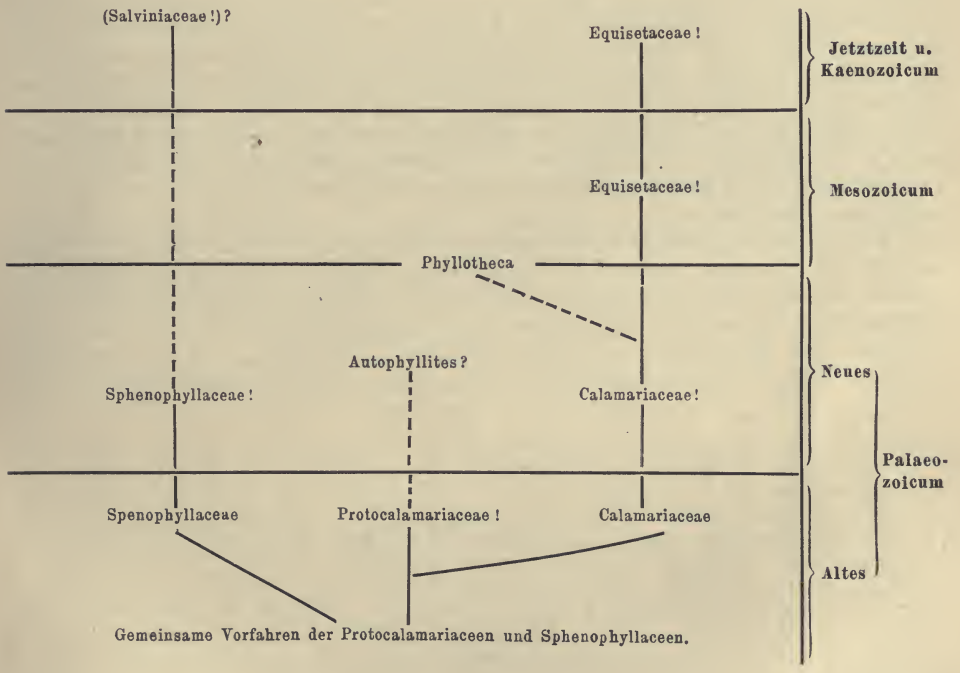
D. H. Scott (On Cheirostrobus, a new type of fossil cone from the Calciferous Sandstone. Proc. Roy. Soc., Vol. LX. London, 1897, p. 417—424) hat ferner eine zapfenförmige Blüte, *Cheirostrobus* Scott, beschrieben, die wie *Asterocalamites* Beziehungen in gleicher Weise sowohl zu den Sphenophyllaceen als auch den Calamariaceen aufweist, so dass ihre Erwähnung unter den Protocalamariaceen gerechtfertigt ist.

Die deutlich gestielte Blüte trägt an ihrer mit einem polyarchen, centripetalen Centralbündel versehenen Achse dicht gedrängt 12zählige Wirtel von superponierten Sporophyllen. Jedes Sporophyll gewöhnlich 6-teilig, d. h. in einen tief 3-teiligen, fertilen und einen tief 3-teiligen sterilen Abschnitt zerfallend; der erstgenannte Abschnitt ist wahrscheinlich der obere, der letztgenannte wahrscheinlich der untere Teil des also wie bei gewissen Calamariaceen-Blüten (*Palaeostachya* Weiss und *Huttonia* Sternb.) duplicierten Wirtels. Für den Fall, dass die untere Duplicatur die fertile sein sollte, würde mehr Ähnlichkeit mit *Cingularia* (vgl. S. 557) vorhanden sein, bei der die Wirtel überdies ebenfalls superponiert sind. Die einzelnen der sechs Sporophyllsegmente sind langgestielt, am Gipfel mit kleiner Lamina, und zwar diejenige der fertilen Segmente peltat wie bei *Equisetum*, jedoch mit gewöhnlich nur vier langgestreckten, vielsporigen Sporangien. Die verwandtschaftlichen Beziehungen zu den Calamariaceen sind also offenbar, die Superposition der Sporophylle, ihr Vorkommen in den Quirlen in Multiplen von drei erinnert hingegen mehr an die Sphenophyllaceen; auch die Zerteilung der Sporophylle, die schon erwähnte Stellung des Sporangiophors auf dem sterilen Teil passt nicht minder zu dieser Familie. Die zu den Sphenophyllaceen gerechnete Blüte *Bowmanites Römeri* Solms ferner bietet eine Mittelbildung zu *Cheirostrobus* insofern, als bei erstgenannter am Gipfel der Sporangiophoren zwei Sporangien herabhängen, freilich ist aber in dieser Beziehung die Hinneigung von *Cheirostrobus* zu den Calamariaceen eben so groß. Das Ausgehen der Blattspuren von den vorspringenden Ecken des Centralbündels und ihre Gabelung noch

in der Rinde, der Bau des Centralbündels selbst, der bei *Sphenophyllum* gewöhnlich triarch, aber auch hexarch, bei *Cheirostrobus* 9- (im Blütenstiel) oder 12arch ist, erinnert aber wieder mehr an die Sphenophyllaceen.

Vorkommen. Die Hauptart *Asterocalamites scrobiculatus* kommt im Culm, wo sie häufig ist, und in dem unteren produktiven Carbon vor; im Devon ist sie, wenigstens in Europa, noch nicht gefunden. Der von Solms 1894/95 p. 68 aus der letztgenannten Formation angegebene Rest ist nicht *Ast. scrob.*, sondern es handelt sich — wie die divergierenden, nicht parallelen Rippen der Objekte beweisen — um Stücke der Lamellibranchiate *Puella elegantissima* Beush. Dass *Cheirostrobus* ebenfalls aus dem Culm entsprechenden Schichten (dem Calciferous sandstone bei Pettycur bei Burntisland in Schottland) stammt, unterstützt die Zurechnung dieses Fossils zu den Protocalamariaceen.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Der anatomische Bau der Stämme von *Asterocalamites* erinnert durchaus an die *Calamariaceae*, und auch sonst ist der Habitus derselben denen dieser Familie so ähnlich, dass die Autoren die in Rede stehende Gattung bisher in dieselbe gestellt haben; jedoch markiert sich *Asteroc.* durch die Gabelblätter und ihre superponierte Stellung als Mittelglied zwischen den echten *Calamariaceae* und den *Sphenophyllaceae*. Die Folge im zeitlichen Auftreten des prävaliierenden Vorkommens der *Protocalamariaceae*, *Calamariaceae*, *Sphenophyllaceae* sowie der *Salviniaceae* (vgl. S. 402 und Nachtrag S. 514) und der sich zwischen die Calamariaceen und den recenten *Equisetaceae* einschaltenden Gattung *Phyllotheca* (S. 549) entspricht dem folgenden, durch das Vorausgehende begründeten Stammbaum.



Ergänzend zu den bereits aufgeführten Thatsachen, die diesen Stammbaum veranlassen, muss noch die im ersten Augenblick sich recht widersprechend erscheinende Anatomie der Stämme der *Protocalamariaceae* und somit auch der *Calamariaceae* im Vergleich zu der der *Sphenophyllaceae* in phylogenetischen Einklang gebracht werden. Die Sphenophyllaceen besitzen ja ein centrales, triarches Primärbündel, also im fertigen Zustande keine Markhöhlung. Im Umkreise dieses Bündels entsteht aber ein secundärer

Holzcylinder, der auf dem Querschnitt recht an den der Calamariaceen erinnert. Die einzelnen von den Protohydroiden Fig. 347*B* ausgehenden fächerförmig ausstrahlenden Zellreihen bei den Calamariaceen, welche auf dem Querschliff keilförmige Holzteile zusammensetzen, entsprechen den ebenfalls von den Erstlingszellen an den drei Flügeln der Primärbündel der Sphenophyllaceen ausgehenden Holzkeilen *i* Fig. 319. Sowohl zwischen den Holzkeilen vieler Calamariaceenreste als auch, und zwar stets, denjenigen der Sphenophyllaceen werden nun die Lücken durch breite Holzteile *h* Fig. 319 ausgefüllt, so dass das Bild, abgesehen von den centralen Partien der Stengel beider Familien, ein recht übereinstimmendes wird: man hat sich bei den Sphenophyllaceen nur das centrale Primärbündel wegzudenken, um im wesentlichen den Querschnittsbau der Calamariaceen zu erhalten. Die anatomischen Verhältnisse beider Familien lassen sich also keineswegs schwer als morphogenetisch verwandt erkennen. Nichtsdestoweniger wird man bis auf weiteres ein Querschnittsbild wie Fig. 319 unbedenklich als einer Sphenophyllacee, Querschnitte wie Fig. 347*B* als einer Calamariacee zugehörig anzunehmen haben, und so entspricht es auch unseren gegenwärtigen Erfahrungen, wenn jetzt ein früher von W. C. Williamson (On the organ. Part V. 1873) als *Asterophyllites* angegebener Schliff von dem Bau Fig. 319 zu den Sphenophyllaceen gestellt wird. Aber das Objekt, von dem der Schliff stammt, kann sehr wohl *Asterophyllites*-Beblätterung gehabt haben, denn dem constatierten, organischen Zusammenvorkommen von *Asterophyllites* und *Sphenophyllum* entsprechend, liegt es auf der Hand, dass beide in ihren Stengelorganen in den wesentlichen Punkten übereinstimmenden Bau haben könnten. Wäre unser Asterophyllitenstengel, Fig. 314, mit den *Sphenophyllum*-Sprossen anatomisch zugänglich, so würde er gewiss den Bau der letzteren zeigen.

Die gut begründbare Annahme (H. Potonié, Die Metamorphose d. Pfl. im Lichte paläontolog. Thatsachen. Berlin 1898), dass die Vorfahren der Landpflanzen und überhaupt alle Leitbündelpflanzen ursprünglich Centralbündel besessen haben, wie das für Wasserpflanzen am zweckmäßigsten ist, und dass im Verlauf des Landlebens aus den verwachsenden Blattbasen ein »Pericaulom« entsteht und somit eine kreisförmige Bündelanordnung mit allmählichem Schwinden des nunmehr wertlos werdenden Centralbündels, steht in Einklang mit dem obigen morphologischen Vergleich der Sphenophyllaceen- und Calamariaceen-Stengelorgane.

Die scheinbar prinzipielle Verschiedenheit im Leitbündelverlauf von *Asterocalamites* und der Calamariaceen bietet ebensowenig Schwierigkeit, die letzteren von den Protocalamariaceen abzuleiten. Man kann nämlich gar nicht selten Übergänge, namentlich an Calamariaceen beobachten, die die Entstehung des Calamariaceen- (= *Equisetum*-) Leitbündelverlaufs aus demjenigen bei *Asterocalamites* in der Weise, wie es unser Schema Fig. 353 in der Folge *A*, *B* und *C* veranschaulicht, wahrscheinlich macht. Man sieht

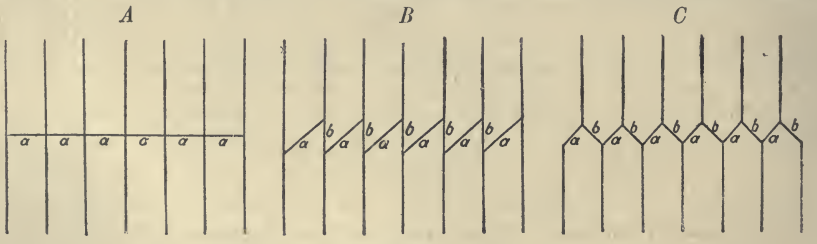


Fig. 353.

nämlich bei gewissen Resten hier und da die Querverbindungen der Nodiallinien wie in *B* verlaufen, entstanden durch einfache Schrägstellung der Horizontalanastomosen von *Asterocalamites* Fig. 353 *A*. Eine geringe Verschiebung erzeugt dann aus den Stücken *a* und *b* in *B* die charakteristische Zickzacklinie der Calamariaceen und Equisetaceen *a*—*b*, *a*—*b* u. s. w. in *C*.

III. Lycopodiales*).

Lycopodiaceae

von

E. Pritzel**).

Mit 130 Einzelbildern in 27 Figuren.

Gedruckt im Juni 1900.

Wichtigste Litteratur. Anatomie, Morphologie und Entwickelungsgeschichte. E. F. Kaulfuss, Das Wesen der Farnkräuter, insbesondere ihrer Fruchtteile. Leipzig 1827. — G. W. Bischoff, Die Rhizokarpeen und Lycopodieen. Nürnberg 1828. — A. Spring, Monographie des Lycopodiacées I. II. 1842, 1849. — W. Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen. Leipzig 1851. — Derselbe, Beiträge zur Kenntnis der Gefäßkryptogamen. Abh. der k. sächs. Ges. der Wiss. Leipzig 1852. — C. Cramer, Über Lycopodium Selago. Pflzphys. Unters. 3. Heft. Zürich 1855. — A. de Bary, Sur la germination des Lycopodes. Ann. Sc. Nat. 4. sér. Bot. T. IX. 1858, p. 30—35; Ber. der naturf. Ges. zu Freiburg i. B. März 1858. — L. Dippel, Über die Zusammensetzung der Gefäßbündel höherer Kryptogamen. Amtl. Ber. über die 39. Vers. der Naturf. und Ärzte Sept. 1864, S. 142. — G. Mettenius, Über Phylloglossum. Bot. Ztg. 1867, Nr. 13. — J. Sachs, Lehrbuch der Botanik. 2. Aufl. Leipzig 1870, S. 394, 395. — F. Hegelmaier, Zur Morphologie der Gattung Lycopodium. Bot. Ztg. 1872. Nr. 44—48, 3. Taf. — E. Russow, Vergl. Untersuchungen über die Leitbündelkryptogamen. Petersburg 1872. — J. Fankhauser, Über den Vorkeim von Lycopodium. Bot. Ztg. 1873. Nr. 1. — E. Strasburger, Einige Bemerkungen über Lycopodiaceen. Bot. Ztg. 1873 Nr. 6. — A. Braun, Blattstellung und Verzweigung der Lycopodiaceen. Verh. des Bot. Ver. der Prov. Brandenburg 1874. — F. Hegelmaier, Zur Kenntnis einiger Lycopodinen. Bot. Ztg. 1874. Nr. 33. — H. Bruchmann, Über Anlage und Wachstum der Wurzeln von Lycopodium und Isoëtes. Jena 1874. 3. Tfl. — G. Arcangeli, Sul Lycopodium Selago. Livorno 1874. — A. de Bary, Vergl. Anatomie etc. Leipzig 1877, S. 291, 363. — Chr. Luerssen, Handbuch der systematischen Botanik. I. Stuttgart 1879, S. 625 seq. — R. Sadebeck, Die Gefäßkryptogamen in Schenk's Handb. der Bot. Breslau 1879, 1880. — K. Goebel, Beitr. zur vergl. Entwickelungsgeschichte der Sporangien. Bot. Ztg. 1880. (1 Tfl.). — G. v. Beck, Vorkeime der Lycopodien. Öst. bot. Ztschrft. 1880. — K. Göbel, Grundzüge der Systematik und speciellen Pflanzenmorphologie. Leipzig 1882, S. 306 seq. — E. de Janczewski, Etudes comparées sur les tubes cribreux. Mém. d. l. Soc. nation. des Sc. nat. Cherbourg. T. XXIII. 1881, p. 25 (233). — H. Potonié, Leitbündel der Gefäßkryptogamen. Jahrb. des k. bot. Gart. Berlin 1883. S. 31. — M. Treub, Etudes sur les Lycopodiacées. Ann. d. Jard. bot. d. Buitenzorg 1884, 1886, 1888, 1889. (45 Tfl.). — H. Bruchmann, Prothallium von Lycopodium annotinum. Bot. Centralbl. 1885, Nr. 1. (1 Tfl.). — F. O. Bower, On the development and morphology of Phylloglossum Drummondii. Philos. Transact. of the Roy. Soc. London. Pars II. 1885. — C. Eg. Bertrand, Phylloglossum. Arch. bot. du Nord d. l. France Nr. 30. 1885. — K. Göbel, Über Prothallien und Keimpflanzen von Lycopodium inundatum. Bot. Ztg. 1887. Nr. 11 und 12. (1 Doppeltfl.). — M. Treub, Some words on the life history of Lycopodium. Ann. of Bot. I. 1887, p. 119—123. — E. Strasburger, Botanisches Praktikum. 1887. Jena. 2. Aufl. S. 197, 239, 259, 464. — Bau und Verrichtungen der Leitungsbahnen. Histol. Beitr. III. Jena 1891. S. 458 seq. — J. Erikson, Bidrag till kännedomen in Lycopodinébladens Anatomi. Arb. des bot. Instituts der Univ. Lund. 1892. (1 Tfl.) — F. O. Bower, Studies in

*) Von einer zusammenfassenden Darstellung der Morphologie und Anatomie ist zur Vermeidung von Wiederholungen Abstand genommen.

**) Bei der Fertigstellung derjenigen Abschnitte, welche die Vegetationsorgane von *Lycopodium* behandeln, leistete mir ein von Herrn Prof. Sadebeck zur Verfügung gestelltes Manuskript wichtige Dienste. Ich spreche hiermit Herrn Prof. Sadebeck für diese Unterstützung meinen besten Dank aus. D. Verf.

the morphology and development of spore-producing members: Equisetineae and Lycopodineae. Phil. Trans. of the Roy. Soc. of London. Vol. CLXXXV. 1894. (11 Tfl.). — D. H. Campbell, The structure and development of the Mosses and Ferns. p. 461—480. London. 1895. — E. David et L. Weber, Etudes sur les Lycopodiacées en général et en part. sur L. clavatum. Soc. Syndic. des Pharm. d. l. Côte d'Or. Nr. 15, 1896. — H. Bruchmann, Über die Prothallien und Keimpflanzen mehrerer europäischer Lycopodien. Gotha 1898. (7 Tfl.) — L. Linsbauer, Vergl. Anatomie einiger tropischer Lycopodiumarten. Sitzungsber. der k. k. Akad. der Wiss. Wien, math.-naturw. Klasse 1. Abt. S. 995—1030. 3 Tfl. 1898. — Lüstner, Beiträge zur Biologie der Sporen. Wiesbaden 1898. — W. H. Lang, The Prothallus of Lycopodium clavatum. Ann. of Botany. XIII. 1899. p. 280—317. (2 Tfl.).

Arbeiten pharmaceutisch-chemischen Inhalts. Ch. Capdeville, Etude botanique, chimique et physique sur Lycopodium Saururus. 52 p. Paris 1886. — Bukowski, Die Bestandteile des Lycopodiumöls. Warschauer Univ. Nachr. 1889. — A. Langer, Die Bestandteile der Lycopodiumsporen. Diss. Erlangen, Berlin 1889.

Systematik.

Monographische Bearbeitungen der ganzen Familie aus neuerer Zeit. A. Spring, Monographie de la famille des Lycopodiacées Ière partie 1841, IIe partie 1848, in den Mémoires de l'Acad. royale de Belgique, Bruxelles. — J. G. Baker, Handbook of the Fern-allies, London 1887.

Systematische Arbeiten ohne Berücksichtigung bestimmter Gebiete. O. Swartz, Synopsis Filicum, Kiel 1806, p. 398. — C. Schkuhr, Kryptogamische Gewächse. Wittenberg 1809. — G. F. Kaulfuss, Enumeratio filicum in itinere circa terram ab A. de Chamisso collectarum. Lipsiae 1824. — Ch. Gaudichaud, Voyage de l'Uranie. Partie botanique, Paris 1826. — Desvaux, Prodrome de la famille des fougères. Ann. soc. Linéenne de Paris 1827. — J. B. G. Bory, Fongères et familles voisines dans la partie botanique du voyage de M. C. Belanger. Paris 1831. — W. J. Hooker and Greville, Icones Filicum. II. Vol. London 1831. — Derselbe, Enumeratio Filicum: Lycopodineae, Botan. Miscellany II, 360, London 1831. — Ch. Gaudichaud, Voyage de la Bonite. Partie botanique. Paris 1836/37. — A. Kunze, Analecta pteridographica. Lipsiae 1837. — W. J. Hooker, Icones plantarum, besonders Bd. I. II. 1836, 1840. — Th. Moore, Index Filicum. London 1857—1863. — W. J. Hooker, Filices exoticae. London 1859. — K. Müller hal., Über Lycopodium cernuum. Bot. Ztg. 1861, p. 161. — B. S. Williams, Select Ferns and Lycopods. London 1868. — G. Mettenius und J. Milde, Gefäßkryptogamen, Ophioglossaceen und Equisetaceen, gesammelt auf der Reise der Novara um die Erde. Wien 1870. — M. Kuhn, Farne und bärlappige Gewächse der Forschungsreise S. M. S. Gazelle. Berlin 1889. — F. Krasser, Zur Kenntnis des L. cernuum, L. Verh. der k. k. zool. bot. Ges. Wien. 1898.

Systematisch-floristische Arbeiten, welche sich auf bestimmte geographische Gebiete beziehen.

Europa.

V. Payot, Catalogue des Fougères, Prèles et Lycopodiacées des environs du Mont-Blanc. Genève 1860. — W. J. Hooker, British Ferns. London 1861. — J. Milde, Die höheren Sporenpflanzen Deutschlands und der Schweiz. Leipzig 1865. — J. Milde, Filices Europae et Atlantidis, Asiae minoris et Sibiriae. Lipsiae 1867. — Th. Moore, British ferns and their allies. New edition. London 1880. — C. F. Nyman, Acotyledoneae vasculares et Characeae Europeae. Berolini 1883. — G. Arcangeli, Elenco delle Protallogamee italiane. In Atti Soc. crittogamolog. II^{a}, vol. III. 1884. — Chr. Luerssen, Die Farnpflanzen. In Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 2. Auflage, III. Bd. Leipzig 1889. — P. Ascherson und P. Gräbner, Synopsis der Mitteleuropäischen Flora I. p. 149—157. Leipzig 1896.

Nordamerika.

D. C. Eaton, The ferns of North-America, Salem 1879—1880. — L. M. Underwood, Our native ferns and their allies. New-York 1881. 4. ed. 1893. — F. E. Lloyd, Two confused species of Lycopodium. Bull. Torr. Bot. Club 1899, p. 559. — F. E. Lloyd and L. M. Underwood, A review of the species of Lycopodium of North-America, Bull. Torr. Bot. Club 1900, p. 147—168. 3 Tfl.

Afrika, madagassisches Gebiet.

Schlechtendal, Adumbrationes Filicum in Capite Bonae Spei provenientium. Berol. 1825. p. 5. — G. Kunze, Acotyledonearum Africae australis recensio nova; Linnaea X. 1836. —

Filices Capitis Promonturiae Bonae Spei. Halis 1836—1843. — M. Kuhn, Filices africanae. Lipsiae 1868. — J. G. Baker, New ferns of Madagascar, Journ. of Bot. XI. 1882, 271; Journ. Linn. Soc. XV. 77. 421, XXI. 454. — J. G. Baker, Liste des fougères des Comores. Bull. Soc. Linn. Paris 1885. — T. R. Sim, Ferns of South-Africa. Capetown 1892. — E. de Cordemoy, Cryptogames vasculaires de l'île de Réunion. St. Denis 1891. — G. Hieronymus, Pteridophyta in Engler, Pflanzenwelt Ostafrikas und der Nachbargebiete C p. 90, 91. Berlin 1895.

Tropisches und östliches Asien.

G. Kunze, Filices Nilagiricae, Halis 1851. — F. A. G. Miquel, Prolusio Florae Japonicae in Ann. Mus. Bot. Lugduno Batavi. Vol. III. 1867, p. 184. — V. Cesati, Felci e specie nei gruppi affini raccolti a Borneo dal Sig. O. Beccari, Atti R. Accad. Sc. fisic e mathem. VII Napoli 1876. — G. H. K. Thwaites, Enumeratio Plantarum Zeylaniae V. Marantaceae to Filices, p. 344. London 1864. — A. Franchet und L. Savatier, Enumeratio plantarum in Japonia sponte crescentium. Lycopodiaceae II. p. 195 ff. Paris 1879. — C. B. Clarke, Review of the Ferns of Northern India. Trans. Linn. Soc. Botany 2. ser. I. p. 589. London 1880. — O. Beccari, Lycopodiaceae della Nuova Guinea, L. di Borneo, Malesia III. 1886, p. 28, 53, Genova. — J. G. Baker, Vascular Cryptogams of New-Guinea coll. by Sir W. Macgregor, Journ. of Bot. XXVIII. (1890), p. 109. — H. Christ, Filices Sarasinianae; Verhandl. naturforsch. Gesellsch. Basel, XI, 1, S. 33—35 ff. — E. Baroni und H. Christ, Filices in Shensi septentr. a P. Giraldi lectae. Nuov. giorn. botan. Ital. nov. Ser. IV. 1, 1897. (1 Tfl.). — H. Christ, Filices insularum Philippinarum. Bull. Herb. Boiss. VI. (1898). p. 208 ff. — M. Raciborski, Die Pteridophyten der Flora von Buitenzorg (Flore de Buitenzorg 1ere partie), Leiden 1898, p. 253—286. — O. Warburg, Monsunia I. p. 96—99.

Melanesien, Polynesien, Australien.

J. D. Hooker, Handbook of the New-Zealand Flora. London 1867, p. 387—391. — Chr. Luerssen, Filices Graeffeanae. Beitrag zur Kenntnis der Farnflora der Viti-, Samoa-, Tonga- und Ellices Inseln. Mitt. Gesamtgeb. d. Botanik I. Leipzig 1871. — G. Bentham, Flora Australiensis. Vol. VII, London 1878, p. 673 ff. — W. Hillebrand, Flora of the Hawaian Islands, London 1888, p. 641—646 ff. — H. Christ, Pteridophyta in Reinecke, Flora der Samoainseln. Engler's Botan. Jahrb. XXIII. (1896), p. 360 ff.

Mittelamerika.

G. Kunze, Synopsis plantarum cryptogam. a E. Poeppig in Cuba insula et in America meridionali collectarum Linnaea IX. (1834), p. 48 ff. — A. L. A. Fée, Catalogue méthodique des Fongères et des Lycopodiacées du Mexique. Mémoires s. l. fam. des fongères IX. Strasbourg 1857. — A. Grisebach, Flora of the British West-Indian Islands. London 1864, p. 646 ff. — A. L. A. Fée, Histoire des fongères et des Lycopodiacées des Antilles. Mém. s. l. fam. des fongères XI. Strasbourg 1866, p. 128. — T. Husnot, Catalogue des Cryptogames recueillies aux antilles françaises en 1868. Caen 1870. — Biologia Centrali americana. Botany by W. B. Hemsley. Vol. III. p. 700—703 ff. London 1885. — J. E. Brommer und H. Christ, Filices in Durand und Pitier, Primitiae Florae Costaricensis. Bull. Soc. Bot. Belgique. XXXV. 1896, p. 250—252 ff. — L. Krug, Pteridophyta Herbarii Krug et Urban (Additamenta ad cognitionem Florae Indiae Occidentalis IV.) Engler's bot. Jahrb. XXIV. (1897), p. 147.

Südamerika.

A. L. A. Fée, Cryptogames vasculaires du Brésil. Paris 1869. — Flora Brasiliensis I, 2. p. 106 ff.; Lycopodiaceae exposuit A. Spring. Monachii 1884. — J. G. Baker, A new Lycopodium from Ecuador Journ. of Bot. XXV. 1887, p. 374. — A. Sodiro, Cryptogamae vasculares Quitenses. Quiti 1893, p. 557 ff. — H. Schenk, Brasilianische Pteridophyten. Hedwigia XXXV. (1896), 147—149. — G. Hieronymus, Beiträge zur Kenntnis der Pteridophytenflora der Argentina und einiger angrenzender Teile von Uruguay, Paraguay und Bolivien. Engler's Bot. Jahrb. XXII. (1896), p. 416 ff.

Merkmale. Pteridophyten mit zwei selbstständigen Generationen. Aus der Spore geht (soweit bekannt) ein rudimentäres Protonema hervor und aus diesem das Prothallium durch Sprossung. Prothallien von sehr verschiedenem Bau, stets Zellkörper mit mehr oder weniger distinkten vegetativen und sexuellen Zonen, oft mit

sehr fortgeschrittener Gewebsdifferenzierung. Soweit bekannt mit Pilzen in Symbiose lebend, oft unterirdisch, saprophytisch. Wachstum ohne deutliche Scheitelzelle. Archegonien und Antheridien zahlreich auf einem Prothallium und meist dicht bei einander. Archegonien aus einer Oberflächenzelle hervorgehend, mit hervorstehendem Hals. Kanalzellen 1—14. Antheridien aus einer Oberflächenzelle entstehend, sich wenig hervorwölbend. Spermatozoiden einfach rundlich oder länglich und etwas gedreht, mit 2 einfachen Cilien. Prothallium nur wenige Sporophyten erzeugend. Obere Tochterzelle der Eizelle ein oder wenigzellig bleibend, ein kleines Anhängsel darstellend (Embryoträger). Fuß nur aus der dem Embryoträger benachbarten Etage der unteren Tochterzelle entstehend, von verschiedener Ausbildung. Die andere Etage mit oder ohne Protocormbildung den Sporophyten erzeugend.

Sporenpflanzen meist perennierende Kräuter verschiedener Lebensweise. Stamm ohne distinkte Scheitelzelle wachsend, oft regelmäßig gegabelt, aufrecht, liegend oder hängend. Gefäßbündel central, relativ einfach. Rinde mächtig entwickelt und fest gebaut. Blätter meist zahlreich, dicht, quirlig oder spiralig angeordnet, klein, meist nadel- oder schuppenartig, kahl, ungeteilt und einnervig. Häufig Differenzierung in vegetative und sporangiumtragende Blätter. Letztere dann zu Sporophyllähren (Blüten) angeordnet und mit reducierter Spreite. Sporangien aus der Blattbasis aus mehreren Zellen hervorgehend. Archespor 1—3reihig, 6—20zellig. Sporangium nierenförmig, mit sehr kurzem Stiel, einfächerig, mit 2 Klappen aufspringend, Tapetenschicht deutlich, die ganze Archespormasse zu Sporen entwickelt. Sporen von einerlei Art, tetraëdrisch kugelig, durch kugeltetraëdrische Teilung entstehend, mit getüpfeltem oder netzförmig verdicktem Exosporium.

Die geschlechtliche Generation (das Prothallium).

Während wir über das Prothallium der Gattung *Phylloglossum* noch immer nichts Sicheres wissen, sind unsere Kenntnisse der Gattung *Lycopodium* in diesem Punkte in den beiden letzten Jahrzehnten durch Treub für die tropischen und Bruchmann für die einheimischen Arten außerordentlich erweitert worden.

Keimung der Sporen. Diese Vorgänge haben bis jetzt nur bei *L. inundatum*, *salakense* und *cernuum* verfolgt werden können. Bei unseren europäischen Arten scheinen die Sporen erst einer Ruheperiode zu bedürfen und dürften auch dann nur unter ganz besonderen noch unbekannten Bedingungen zum Keimen zu bringen sein. Bei den drei erstgenannten Arten verläuft dieser Process im wesentlichen gleich. Die Spore reißt dreiklappig auf, und die heraustretende Zelle teilt sich bald durch eine Wand in zwei gleich große Tochterzellen, von denen die eine, die Basilarzelle, keine Teilungen mehr eingeht und längere Zeit durch ihre Chlorophyllarmut kenntlich bleibt (Fig. 354, *A*). Die Scheitelzelle scheidet nun abwechselnd nach beiden Seiten rückwärts einige Segmentzellen ab, welche sehr bald durch perikline Wände Zweiteilung erfahren. Die Scheitelzelle des entstandenen grünen eiförmigen Zellkörpers (Fig. 354, *B*) wächst nun bei *L. cernuum* (bei *L. inundatum* haben diese Zwischenvorgänge wegen regelmäßigen Absterbens nicht verfolgt werden können) zu einem kurzen Zellfaden aus (Fig. 354, *C*, *D*), aus welchem dann durch Zellteilungen parallel und senkrecht zur Achse das Prothallium hervorgeht (Fig. 354, *E*). Jener primäre eiförmige Körper (Fig. 354, *B*—*D*, *tp* in *E*) entspricht also dem für die geschlechtliche Generation der Lebermoose charakteristischen rudimentären Protonema. Er vergrößert sich später noch etwas und ist bei *L. cernuum* auch noch am entwickelten Prothallium zu erkennen (Fig. 354, *F*).

Eine direkte Aufzucht der Pr. ist auch bei *L. inundatum* noch nicht gelungen. Die gekeimten Sporen desselben gelangen bis zum Stadium des ovoiden primären Zellkörpers (bis 10 Zellen) und sterben dann ab, diejenigen von *L. cernuum* gelangten in Treub's Kulturen viel weiter, bis etwa zum Stadium der Fig. 354, *E*. Alle reiferen Prothallien wurden in der Natur beobachtet. Vielleicht liegt der Grund des Absterbens darin, dass

die Weiterentwickelung nur mit Hilfe des für die reiferen Prothallien ja offenbar unentbehrlichen Pilzes erfolgen kann, und dieser in den Kulturen nicht vorhanden war.

Bau und Lebensweise der Prothallien. Obwohl erst 11 Arten nach dieser Richtung hin erforscht sind, so tritt uns unter diesen doch schon eine Mannigfaltigkeit entgegen, welche unter den Pteridophytengattungen beispiellos ist und im auffallenden Gegensatz zu der Eintönigkeit steht, welche im Bau der ungeschlechtlichen Generation der Gattung *Lycopodium* herrscht. Die Prothallien dieser Gattung sind die höchst differenzierten Prothallien überhaupt, wenn man diese Bezeichnung nicht auch auf die geschlechtliche Generation der Moose ausdehnen will. An denjenigen, welche noch nicht dem reinen Saprophytismus angepasst sind, zeigt sich eine beginnende Differenzierung in Wurzel, Stengel und Blatt, und bei den echten saprophytischen Prothallien ist eine weitgehende Differenzierung der Gewebe in absorbierende, speichernde, leitende, der Festigkeit, dem Wachstum und der Fortpflanzung dienende Elemente vorhanden. Die Prothallien sind oft von jahrelanger Lebensdauer und vermehren sich auch auf ungeschlechtlichem Wege. Alle bis jetzt bekannten Formen beherbergen in ihren absorbierenden Teilen Pilzmycelien, auf deren Thätigkeit sie zu ihrer Ernährung offenbar angewiesen sind.

Unter den bis jetzt erforschten Prothallien lassen sich 5 Typen unterscheiden:

I. Typus des *L. cernuum* (Fig. 354). Hierher gehören auch das nahe verwandte *L. salakense* und *L. inundatum*. Die aufrecht im Boden steckenden Prothallien sind unregel-

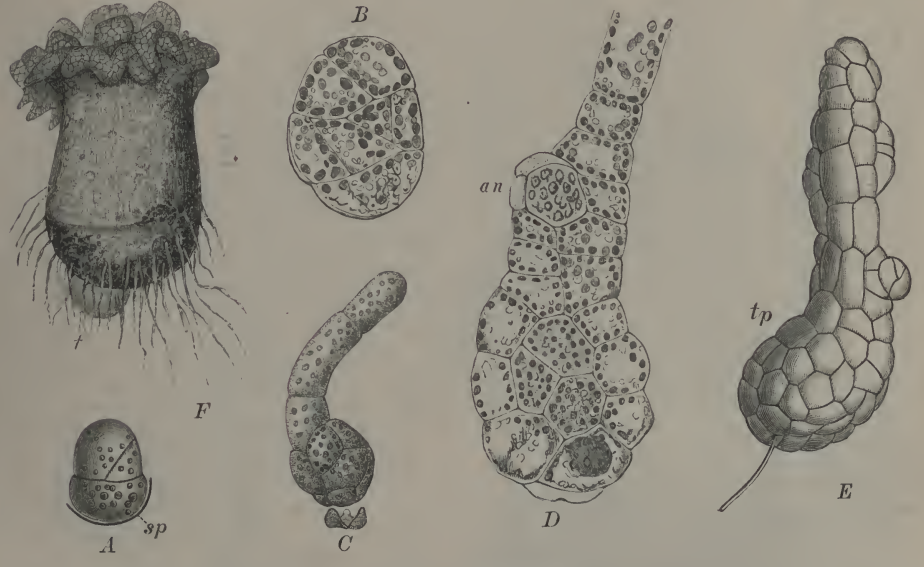


Fig. 354. Entwickelung des Prothalliums von *Lycopodium cernuum* L. aus der Spore. — *A* Gekeimte Spore (*sp*) mit den ersten Teilungen, die untere Zelle geht keine weiteren Teilungen mehr ein. (Dieses Stadium ist von der Varietät: *salakense* Treub entnommen). Vergr. 200. — *B* Stadium des ovoiden Zellkörpers (rudimentäres Protonema). Vergr. 340. — *C*, *D* Aussprossen desselben, in *D* hat sich schon ein Antheridium (*an*) entwickelt. *C* Vergr. 180, *D* Vergr. 230. — *E* Bildung des Prothalliumkörpers durch Zellteilungen in der Aussprossung, *tp* der ovoide Zellkörper, Vergr. 450. — *F* Älteres Prothallium in Vergr. 25; an dem unterirdischen Teile ist noch der primäre Zellkörper als Wulst zu erkennen. (Alles nach Treub.)

mäßig rübenähnlich gestaltet und ausgewachsen bis 2 mm lang (Fig. 354, *F*). Der oberirdische grüne Teil ist an seiner Spitze mit einem Krönchen unregelmäßiger Wülste oder Läppchen versehen, welche die Assimilation besorgen. Das in seinen Dimensionen recht variabele Stämmchen dient vorzugsweise der Leitung und Speicherung und bringt in einer schmalen Zone unterhalb der Läppchen Archegonien und Antheridien hervor. Die

letzteren finden sich jedoch auch an anderen Teilen, sogar schon an ganz jungen wenigzelligen Prothallien (Fig. 354, *D*). Der unterirdische rundliche, absorbierende Teil trägt

Fig. 355. Prothallien vom Typus II und III. — *A*, *B*, *C Lycopodium Selago* L. *A*, *B* Prothallien (*pr*) in 3facher Vergrößerung, *B* mit einer jungen Pflanze, *w* deren Würzelchen. — *C* Medianer Längsschnitt durch ein gedrungeneres Prothallium der genannten Art. Am unteren vegetativen Teil: *rh* Wurzelhaare, *e* Epidermis, *r* das mit Reservestoffen erfüllte und den Endophyten beherbergende Gewebe, *c* das Centralgewebe, *m* die meristematischen Wachstumszonen; am oberen generativen Teile: *py* Paraphysen, *arch* Archegonien, *an* Antheridien, *em* ein Embryo. Vergr. 40. — *D*—*F Lycopodium phlegmaria* L. — *D* Ganzes Prothallium in Vergr. 6. — *E* Zwei Dauerbrutknospen, Vergr. 350. — *F* Vegetativer Prothalliumzweig mit aus Wurzelhaaren hervorgegangenen gewöhnlichen Brutknospen. Vergr. 90. (*A*—*C* nach Bruchmann; *D*—*F* nach Treub.)

einfache Wurzelhaare; seine oberste Zelllage wird von einem Pilz bewohnt, dessen feine Hyphen nur wenig in das Innere des Prothalliums vordringen und in der Nähe der Wurzelhaare hervortreten. Da der Pilz niemals fehlt und seinen Wirt nicht schädigt, liegt offenbar eine mycorrhizenähnliche Symbiose vor, und ist die Ernährung des Prothalliums besser als halbsaprophytisch zu bezeichnen. Trotz der vorgeschrittenen Arbeitsteilung sind die Zellen des Pr. ziemlich gleichartig. Daher ist bei *L. inundatum* jeder Teil des Pr. im stande, durch Sprossung Adventivprothallien zu erzeugen. Auch bei *L. cernuum* kann eine ähnliche ungeschlechtliche Vermehrung erfolgen.

II. Typus des *L. Selago* (Fig. 355, *A*—*C*). Die Prothallien dieser bis jetzt allein hierhergehörenden Art sind von sehr unregelmäßiger, kurz wurmförmiger Gestalt (Fig. 355, *A*, *B*) und laufen unten in ein Spitzchen aus; ihre Länge beträgt ca. 0,5 cm. Sie leben in der Regel unterirdisch als echte Saprophyten, können aber auch an der Oberfläche vegetieren und ergrünen dann am Lichte. Die oberen Flächen und Teile producieren die Geschlechtsorgane, die unteren Teile dienen der Absorption (vgl. Fig. 355, *C*). Dazwischen liegt eine schmale meristematische, wachsende Zone (*m*). Die unteren Teile sind mit einer deutlichen einschichtigen Epidermis (*e*) und langen einfachen Wurzelhaaren (*rh*) versehen. Nach innen zu schließt sich daran ein speicherndes Gewebe (*r*), in welchem auch der Endophyt wohnt. Derselbe meidet die Epidermis und tritt vorwiegend durch das unterste Spitzchen in den Boden. Das centrale Gewebe (*c*) hat leitende Funktion und demgemäß etwas in der Leitungsrichtung gestreckte Zellen. Die obersten Teile bringen Archegonien (*arch.*) und Antheridien (*an*) in großer Zahl hervor. Dieselben stehen in Gruppen und sind von mehrzelligen Paraphysen (*py*) umgeben. Die Pr. bilden oft zahlreiche Adventivsprosse, deren jeder als besonderes Pr. angesehen werden kann.

III. Typus des *L. phlegmaria* (vergl. Fig. 355, *D*—*F*, Fig. 356). Die hierhin gehörigen Pr.-Formen sind die der epiphytischen *L.* der Tropen. Sie sind bis jetzt bekannt von *L. phlegmaria, carinatum, nummularifolium, Hippuris*, und bei diesen nur unwesentlich verschieden. Sie leben während der nassen Jahreszeit unter der Borke der Bäume als echte Saprophyten. Es sind ausgebreitete, fadenförmige, unregelmäßig monopodial verzweigte, stellenweis Anschwellungen zeigende Gebilde (Fig. 355, *D*). Die dünnen im Querschnitt kreisförmigen Zweige zeigen Scheitelwachstum mit wenigen (meist 2) durch ihre Größe auffallenden Initialen und eine einschichtige Epidermis mit spärlichen Wurzelhaaren. Das Innengewebe dient vorzugsweise zur Speicherung von Öl und Stärke. In den Zellen desselben lebt auch der endophytische Pilz. Dieser meidet den Scheitel und die Epidermis, tritt nur an der Basis der Wurzelhaare hervor und umspinnt dieselben mit einem lockeren Hyphennetz. Die Geschlechtsorgane werden an kurzen dicken aufstrebenden Zweigen entwickelt (Fig. 356) und sind wie beim vorigen Typus von mehrzelligen, bisweilen gabelig verzweigten Paraphysen umgeben (Fig. 356). Die Antheridien finden sich nicht selten auch auf der Oberseite sonst rein vegetativer Zweige. Die Prothallien vermehren sich außerordentlich stark auf ungeschlechtlichem Wege und dürften wohl nur gelegentlich aus Sporen ihren Ursprung nehmen. Aus den Epidermiszellen der vegetativen Zweige entwickeln sich eiförmige, vielzellige Brutknospen mit meist ein-

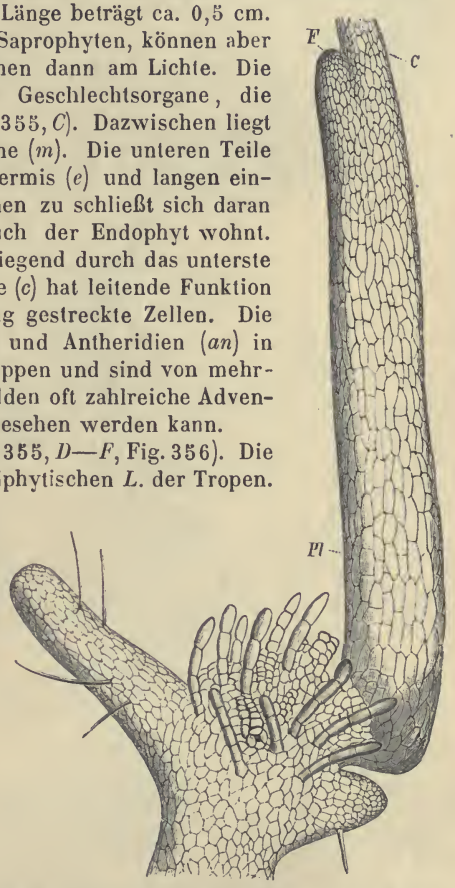


Fig. 356. Sexueller Zweig des Prothalliums von *Lycopodium phlegmaria* L. Archegonien von Paraphysen umgeben, *Pl* eine junge Pflanze, *F* der Vegetationspunkt, *C* das erste Blatt (abgebrochen), Vergr. (Nach Treub.)

zelligem Stiel (Fig. 355, *F*). Sie werden oft in großer Zahl produciert und keimen sofort nach der Abschnürung zu neuen Prothallien aus. Beginnt mit Eintritt der Trockenzeit ein Absterben der Pr., so werden Dauerbrutknospen gebildet. Diese können aus jeder Zelle des Pr. hervorgehen, sind nur wenigzellig und mit einer starken Cuticula versehen (Fig. 355 *E*). In dieser Form überdauert die Prothalliumgeneration die Trockenzeit.

Fig. 357. Prothallium vom Typus IV. — *A* Älteres Prothallium von *Lycopodium annotinum* L. mit über die Erdoberfläche (*o*) hervorgetretenen Pflänzchen, in nat. Gr. — *B* Medianer Schnitt durch ein jüngeres Prothallium von *Lycopodium clavatum* L., Vergr. ca. 30. — *C* Stück dieses Schnittes aus der mittleren Partie der oberen Fläche mit Antheridien in verschiedenen Stadien. Vergr. 52. — *D* Stück aus der Randpartie des Medianschnittes mit dem Meristem und Archegonien, Vergr. 52. — *e* die pilzfreie Epidermis mit den Wurzelhaaren, *r* die Rindenschichten; deren Zellen mit Hyphenknäueln erfüllt sind, *p* die Pallisadenschicht, gleichfalls mit Hyphen erfüllt, *sp* das Speichergewebe, *m* die meristematischen Wachstumszonen, *an* Antheridien, *arch* Archegonien, *em* ein Embryo, *f* dessen Fuß-, *w* dessen Wurzelteil. (Alles nach Bruchmann.)

IV. Typus des *L. clavatum* (vgl. Fig. 357). Die Pr. dieser Species, sowie des nur ganz unwesentlich verschiedenen *L. annotinum* stellen im jugendlichen Zustande kegelförmige, mit der Spitze nach unten gerichtete Gebilde dar, (bis 1 cm im Durchmesser), welche später zu etwas flacheren Körpern mit unregelmäßig gefalteten Rändern auswachsen (Fig. 357 *A*). Es sind unterirdische Saprophyten, welche bei ihrem langsamen Wachstum

mehrere Jahre zu ihrer Entwickelung bedürfen. Der Bau zeigt die höchste Stufe der bei Prothallien überhaupt erreichten Differenzierung. Das obere zartwandige generative Gewebe ruht auf dem schalenförmigen vegetativen Teil und wird später von diesem seitlich zum Schutze teilweise überwallt. Zwischen diesen beiden Teilen befindet sich eine meristematische nach oben und unten Zellen abscheidende Zone (*m* in *B* und *D*). Der vegetative Teil wird nach außen durch eine einschichtige Epidermis (*e*) mit spärlichen Wurzelhaaren abgeschlossen. Daran schließt sich nach innen eine dicke Rindenschicht (*r*). Die dann folgende der senkrecht zur Oberfläche gestreckten Zellform wegen Pallisadenschicht (*p*) genannte Zelllage dient der Festigung. Der Raum zwischen dieser und dem Meristem wird von einem starken Speichergewebe (*sp*) ausgefüllt. Der Pilz bewohnt die Zellen der Rinden- und Pallisadenschicht und tritt unten an der Spitze in den Boden. Die zahlreichen an der Oberseite des generativen Teils entwickelten Geschlechtsorgane (vgl. Fig. 357 *B*, *C*, *D*) werden von dem Randmeristem aus gebildet, so dass die ältesten sich in der Mitte befinden. Typische Paraphysen sind nicht vorhanden; eine ungeschlechtliche Vermehrung ist nicht bekannt.

V. Typus des *L. complanatum* (vgl. Fig. 358). Das Prothallium dieser Art schließt sich sehr eng an die des vorigen Typus an und ist aus ihm durch Streckung in senkrechter

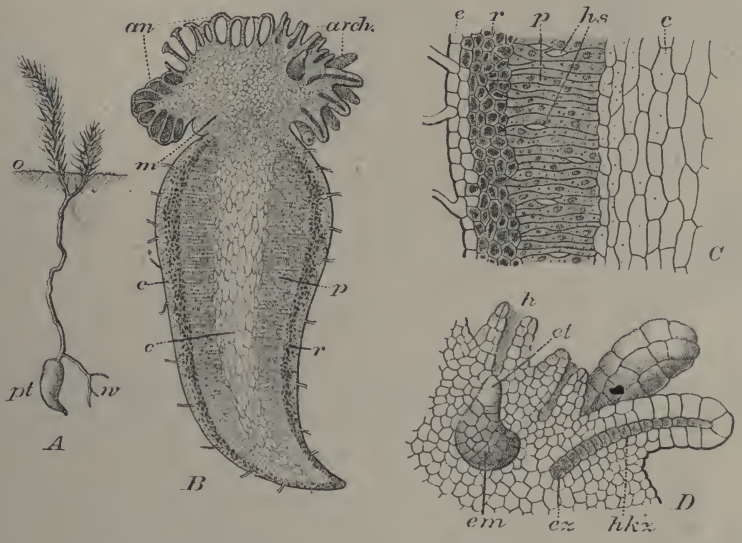


Fig. 358. Prothallium von *Lycopodium complanatum* L. — *A* Prothallium mit einer jungen aus der Erde hervorgetretenen Pflanze in nat. Größe, *pt* Prothallium, *w* Würzelchen, *o* Erdoberfläche. — *B* Längsschnitt durch ein Prothallium, ca. 20 mal vergr. — *C* Teil dieses Schnittes aus dem rübenförmigen Teil, von der Oberfläche bis zum Centrum reichend, bei Vergr. 52. — *D* Stück dieses Schnittes mit Archegonien, aus dem oberen Prothalliumteil, bei Vergr. 52. — *e* die Epidermis mit den Wurzelhaaren, *r* die Rindenschicht, deren Zellen mit Hyphenknäueln erfüllt sind, *p* die Pallisadenschicht, *hs* die haustorienähnlich angeschwollenen intercellulären Hyphenenden des Endophyten, *c* der Centralstrang, *m* die meristematischen Gewebe, *an* Antheridien, *arch* Archegonien, *h* offener Archegoniumhals, *ez* Eizelle, *hkz* die Halskanalzellen, *em* Embryo, *et* Embryoträger. (Alles nach Bruchmann.)

Richtung entstanden zu denken. Der schlanke rübenförmige Körper (Fig. 358 *A*, *B*) zeigt oben ein wulstiges Krönchen, welches die Geschlechtsorgane trägt und somit den generativen Teil vorstellt. In der Einschnürung, welche die scharfe Grenze nach unten bildet, befindet sich das Meristem (*m*). Am vegetativen Rübenteil lassen sich außen im wesentlichen dieselben Gewebeschichten wie beim vorigen Typus erkennen (vgl. Fig. 358 *C*). Das Speichergewebe fehlt jedoch, und seine Aufgabe fällt hier wesentlich dem stärker entwickelten Pallisadengewebe (*p*) zu. Ein scharf abgegrenzter Centralstrang (*c*) dient der Leitung in vertikaler Richtung und besitzt daher in diesem Sinne gestreckte Zellen. Der Endophyt scheint einer anderen Art anzugehören als bei *L. clavatum*, er bildet im Palli-

sadengewebe intercelluläre spindelförmige Sphärome (*hs* in Fig. 358 *C*). In der Lebensweise sind die Pr. von denen des vorigen Typus nicht verschieden, auch ist eine ungeschlechtliche Vermehrung nicht bekannt.

Entwickelung und Bau der Sexualorgane. Die sonst so verschiedenen Prothalliumtypen zeigen hierin viele Übereinstimmungen. Die Geschlechtsorgane nehmen aus Oberflächenzellen ihren Ursprung. Stets ist die Anzahl der Antheridien am Prothallium eine weit größere als die der Archegonien.

Antheridien. Eine Oberflächenzelle teilt sich durch eine peripherische Wand in eine obere schmalere und eine untere Zelle. Die erstere geht noch wenige Teilungen durch vorwiegend radiale Wände ein und bildet so die Deckelschicht (Fig. 359 *A*). Die untere Zelle teilt sich lebhaft nach allen Richtungen und giebt zahlreichen Spermatozoidenmutterzellen ihren Ursprung, welche sich voneinander trennen und abrunden (Figg. 359 *A*,

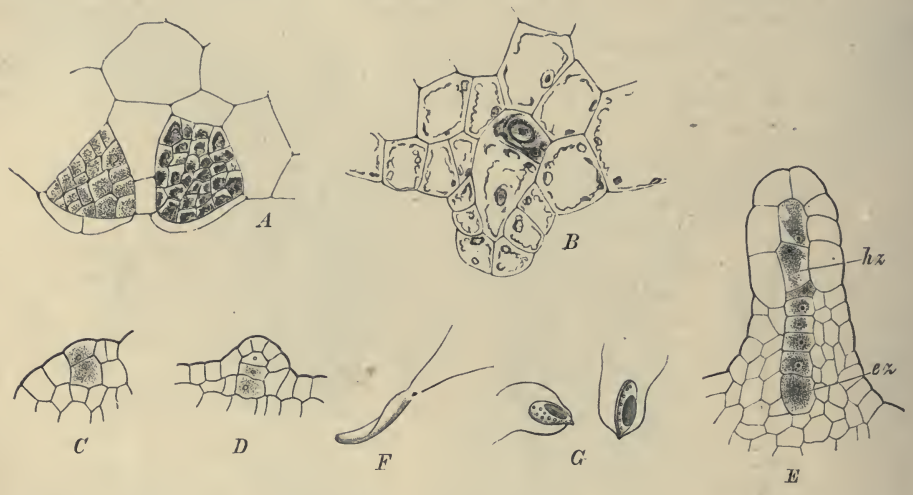


Fig. 359. Sexualorgane. — *A*. Reife Antheridien von *Lycopodium cernuum* L., mit einschichtigem Deckel, Vergr. 300. — *B* Reifes Archegonium derselben Art, nur eine Halskanalzelle enthaltend, Vergr. 300. — *C*—*E* Entwickelung des Archegoniums von *Lycopodium clavatum* L., aus ursprünglich einer Oberflächenzelle, in *C* ist schon eine Zweiteilung derselben eingetreten, *D* weiteres Zwischenstadium, *E* reifes Archegonium, *ez* Eizelle, *hz* die Halskanalzellen. Vergr. 150. — *F*, *G* Spermatozoiden. *F* von *Lycopodium phlegmaria* L. in Vergr. 700. *G* von *Lycopodium clavatum* L. in Vergr. 550. (*A*, *B*, *F* nach Treub; *C*—*E*, *G* nach Bruchmann.)

357 *C*). In oder dicht neben der sich etwas bucklig hervorwölbenden Deckelschicht entsteht ein Riss, durch den die farblosen Spermatozoiden ausschlüpfen. Letztere haben bei *L. clavatum* eine uhrförmig flache, bei *L. phlegmaria* längliche, schwach gedrehte Gestalt und meist nur zwei feine Cilien (vgl. Fig. 359 *F*, *G*).

Archegonien. Dieselben entstehen in ähnlicher Weise wie die Antheridien, indem eine Oberflächenzelle sich durch eine tangentiale (Fig. 359 *C*) Wand teilt. Die obere Tochterzelle wächst dann zu einem schnabelartig vorstehenden Hals (Fig. 359 *E*) aus, während die untere durch tangentiale Teilungen eine Reihe von Zellen hervorbringt, deren unterste zur Eizelle (*ez*) wird. Die Anzahl der oberen, der Halskanalzellen (*hz*), ist bei den einzelnen Arten verschieden, bei Typus I ist nur eine (Fig. 359 *B*), bei II und III sind 3—6 (Fig. 355 *C*), bei Typus IV (Fig. 357 *D*) und V (Fig. 358 *D*) 6—14 derselben vorhanden. Diese Zellen verschleimen durch Wasseraufnahme und sprengen die Spitze des Archegoniums ab.

Die ungeschlechtliche Generation (der Sporophyt).

Entwickelung des Embryos.

Gattung *Lycopodium*. (Vgl. besonders Fig. 360). Nach erfolgter Befruchtung findet bei allen bis jetzt erforschten Arten eine erhebliche Vergrößerung der Eizelle statt. Die nun

folgende Ausführung des Grundbaues des Embryos ist so erheblich von derjenigen der anderen Pteridophyten, Selaginella und Isoëtes ausgenommen, verschieden, dass es nicht möglich ist, die dort gebräuchlichen Ausdrücke: Basalwand, hypo- und epibasales Glied etc. hierfür zur Anwendung zu bringen. Die erste in der Eizelle auftretende Wand steht annähernd senkrecht zur Archegoniumachse und zerlegt die Zelle in eine größere obere, dem Archegoniumhals und der Prothalliumoberfläche zugekehrte und eine untere, kleinere Tochterzelle (Wand I in Fig. 360 *A*). Die obere Zelle geht gar keine oder nur an der Basis noch einige unbedeutende Teilungen ein und bildet den als Embryoträger (*et*) bezeichneten Anhang. Die untere Zelle zerfällt durch das Auftreten zweier auf einander ungefähr senkrechter der Archegoniumachse paralleler Wände (II und III in Fig. 360 *A* und *B*) in vier Zellen. In jeder derselben tritt nun eine Wand senkrecht zur Archegonachse auf (IV in Fig. 360 *C*) und, da diese vier Wände annähernd in einer Ebene liegen, erfolgt eine Gliederung des ganzen aus der unteren Zelle hervorgegangenen Zellkomplexes in zwei Etagen

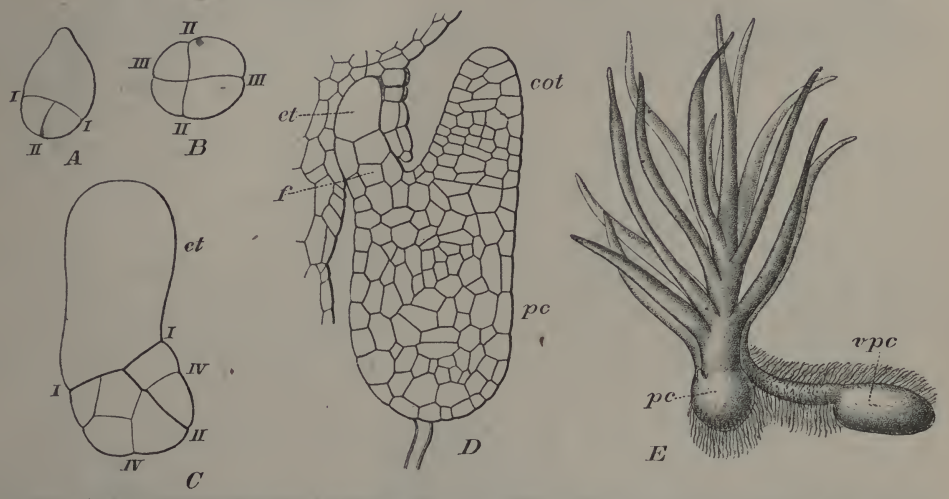


Fig. 360. *A*, *B* Erste Teilungsstadien am Embryo von *Lycopodium clavatum* L., in *A* ist die große Zelle oberhalb der ersten Teilungswand *I* der Embryoträger, die Wände *II* und *III* treten zu gleicher Zeit auf, in *A* liegt jedoch *III* in der Fläche, in *B*, welches denselben Embryo, jedoch $^1/_4$ um die Querachse gedreht zeigt, liegt Wand *I* in der Fläche. (Beides vergr. 150). — *C* Weiteres Entwickelungsstadium bei *Lycopodium phlegmaria* L. Die Wände *IV IV* sind aufgetreten und zerlegen den Embryo in die zwischen *I* und *IV* liegende Fuß- und die rechts von *IV* liegende Mutteretage. (Vergr. 420). — *D* Weiter entwickelter Embryo von *Lycopodium cernuum* L., derselbe hat das Prothallium durchbrochen und sitzt in demselben nur noch mit dem Embryoträger (*et*) und der wenigzelligen Fußetage (*f*) fest, die Mutteretage hat sich nach unten zu einem kugeligen Protocorm (*pc*) entwickelt, nach oben wird ein Blatt (*cot*) ausgegliedert. (Vergr. ca. 150). — *E* Älterer Protocorm derselben Art mit zahlreicheren Blättern, nach oben den Stengel der Sporenpflanze ausgliedernd, die seitlich herausdifferenzierte Wurzel ist im Begriffe, an ihrer Spitze einen Vermehrungsprotocorm (*vpc*) abzuschnüren (ca. 10 mal vergr.). (*A*, *B* nach Bruchmann; *C*—*E* nach Treub.)

von zuerst je vier Zellen, einer flacheren, an den Embryoträger angrenzenden (Treub nennt sie untere), und einer etwa halbkugeligen Endetage (Treub nennt sie die obere). Aus der ersteren Etage entsteht der Fuß (*f*), und allein die andere Etage giebt dem Keimling seinen Ursprung. In der weiteren Entwickelung weichen die Arten zum Teil erheblich voneinander ab, innerhalb der Arten desselben Prothalliumtypus herrscht jedoch völlige Übereinstimmung.

I. Typus des *L. cernuum*, *salakense*, *inundatum*. Bei diesen Arten bleibt die Fußetage sehr klein und stellt ein wenigzelliges, an seiner convexen Seite dem Prothalliumgewebe nur lose anliegendes Gebilde dar (*f* in Fig. 360 *D*). Seine Thätigkeit als Saugorgan ist auch nur kurze Zeit nötig, denn sehr bald tritt der Embryo aus dem Prothallium heraus, indem er das Gewebe durchbricht (Fig. 360 *D*). Die Mutteretage stellt dann einen noch undifferenzierten Gewebekörper dar. Derselbe vergrößert sich nach der Erde zu zu einem eigentümlichen, knollenartigen Organ, dem Protocorm (*pc* in Fig. 360 *D*, *E*). Dieses stellt einen

rein parenchymatösen rundlichen Zellkörper dar, welcher an seiner Unterseite bald Wurzelhaare erzeugt und sich wie das Prothallium mit Hilfe von Pilzmycel ernährt. Unterdessen ist jedoch an der Oberseite dieses Körpers, zu derselben Etage gehörig, ein spitzer Zellhöcker entstanden, welcher ohne distinkte Scheitelzelle zu einem cylindrischen Keimblatt (*cot* in Fig. 360 *D*) auswächst. Sein Gewebe assimiliert lebhaft und lässt häufig

Fig. 361. Ältere Embryonen der Prothalliumtypen II—V. — *A* Im Prothallium steckender Basalteil einer jungen Pflanze von *Lycopodium Selago* L. *py* Paraphysen, dazwischen Archegonien, *h* der offene Hals des Mutterarchegons der jungen Pflanze, *et* Embryoträger, *f* Fuß, *w* die im Entstehen begriffene Wurzel, *d* ihr Dermatogen. Vergr. 75. — *B* Junger, das Prothallium durchbrechender Embryo von *Lycopodium phlegmaria* L., *cal* die durchstoßene vom Prothallium gebildete Haube, *st* Stammscheitel, *cot* das erste Blatt; es beginnt sich durch schwache Wölbung die spätere Wurzel bemerkbar zu machen. *et*, *py*, *f* wie in *A* Vergr. 100. — *C* Aus dem Keimling von *Lycopodium phlegmaria* L. unter haubenartiger Abstoßung der äußersten Zellschicht (*hb*) hervorbrechende Wurzel, im Querschnitt. Vergr. 230. — *D* Drei aus einer Embryonalmutteretage hervorgegangene Keimlinge von *Lycopodium phlegmaria* L., die beiden älteren sind abgebrochen, *f* der gemeinsame Fuß des Embryos. — *E* Aus dem Prothallium herauspräparierter Embryo von *Lycopodium cluvatum* L., *f* der voluminöse Fußteil, *bl* erste junge Blättchen am Stammscheitel, *et* Embryoträger, *w* Wurzel. Vergr. 52. — *F* Älteres Pflänzchen derselben Art mit beblättertem Stämmchen, *f* Fuß, *w* Wurzel. Vergr. 10. (*A*, *E*, *F* nach Bruchmann; *B*, *C*, *D* nach Treub.)

noch keinen Leitstrang erkennen. Sehr bald entstehen nun in der Nähe des ersten Blattes andere von ähnlicher Gestalt. Jetzt tritt die Entwickelung der jungen Pflanze in ein neues Stadium, indem der Vegetationskegel des Stengels neben dem jüngsten Blatte sichtbar wird. Nun erst entsteht auch die Wurzel als ein Zellhöcker, also rein exogen, in der Nähe des Stammes am Protocorm (Fig. 360 *E*). Ein einfacher Stamm und Wurzel verbindender Leitstrang wird herausdifferenziert, das Stämmchen entwickelt einfache Blättchen von unregelmäßiger Stellung, und damit ist das junge Pflänzchen selbständig geworden. Die jungen Wurzeln zeigen nun sehr häufig seitlich oder an der Spitze Verdickungen, welche als kleine Knöllchen abgeschnürt werden (*vpc* in Fig. 360 *E*). Dieselben entstehen aus Rindenelementen, sind parenchymatischer Natur (bei ihrer Abtrennung wird häufig ein Stückchen des Gefäßbündels der Wurzel mit abgeschnürt, dasselbe bleibt aber ohne Funktion) und verhalten sich in ihrer weiteren Entwickelung genau wie die aus dem Embryo hervorgehenden Protocorme. Auch die jungen Blätter können (wenigstens bei *L. inundatum*), wenn abgerissen, kugelige Adventivsprosse erzeugen, welche sich wie Protocorme entwickeln und Keimpflanzen erzeugen (Vermehrungsprotocorme). Die ungeschlechtliche Generation dieser *L.* nimmt daher stets aus oder auf einem Protocorm ihre Entstehung. Über die phylogenetische Bedeutung dieses Organs siehe unter Verwandtschaft etc.

II. Typus des *L. Selago* (vgl. 361 *A*). Die Fußetage wird hier etwas umfangreicher und wölbt sich etwas in das Prothallium vor (*f* in Fig. 361 *A*). Die Mutteretage der zukünftigen Pflanze wächst nach oben sofort zum cylindrischen Stämmchen aus, welches, da die Prothallien meist dicht unter der Erdoberfläche leben, an das Tageslicht tritt, ergrünt, und flache kleine Blätter, die sich kaum von den späteren unterscheiden, in regelloser Stellung ausgliedert (Fig. 355 *B*). Zur Bildung eines Protocorms kommt es nicht, die Wurzel entsteht aber auch hier erst spät, dicht an der Fußetage (*w* in Fig. 361 *A*). An ihrer Bildung nehmen alle Schichten mit Ausnahme der äußersten teil; da diese letztere die Spitze nach Art einer Wurzelhaube bedeckt, so lässt sie sich als zur Wurzel selbst gehörig betrachten. Dann kann man die Entstehung der ersten Wurzel wie beim vorigen Typus eine exogene nennen.

III. Typus des *L. phlegmaria* etc. (Vgl. Fig. 361 *B—D*). Der Bau des Embryos ist dem der vorigen Art sehr ähnlich. Die Zellen der stark gewölbten Seite des Fußes (*f*) springen papillenartig vor und legen sich fest an das Prothalliumgewebe an. Während die eine Hälfte der Stammetage zum cylindrischen Hypokotyl mit dem schon früh angelegten ersten Blatt auswächst (*cot* Fig. 361 *B*), findet eine Resorption der inneren Gewebe und eine Vergrößerung der Oberflächenzellschicht des Prothalliums über der jungen Pflanze statt. Bei weiterer Entwickelung wird diese Haut, welche den Keimling der Kalyptra des Mooseembryos analog, haubenartig bedeckt, durchstoßen (*cal* Fig. 361 *B*). Das junge Pflänzchen erzeugt bald mehrere flache Blättchen, welche dem ersten gleichen und keine gesetzmäßige Stellung zu ihm zeigen. Bricht das junge Stämmchen ab, so vermag die Stammetage neue Pflänzchen zu erzeugen (Fig. 361 *D*). Man kann dieselbe daher als einen sehr zurückgebildeten Protocorm auffassen. Die spät hervortretende Wurzel entsteht wie bei der vorigen Art unter haubenartiger Abstoßung der äußersten Zellschicht (*hb* in Fig. 361 *C*). Die hierher gehörigen, später so außerordentlich unähnlichen Arten sind selbst als Keimpflanzen noch nicht zu unterscheiden.

Bei den Vertretern der Typen IV und V (*L. clavatum*, *annotinum*, *complanatum*) wächst die Fußetage zu einem voluminösen, kugeligen Saugorgan heran (*f* in Fig. 361 *E*, *F*). Die andere Etage gliedert sich, ohne Bildung eines Protocorms, schon im Prothallium in Stammteil und Wurzel (*w* in Fig. 361 *E* u. *F*). Am Vegetationskegel des ersteren entstehen zwei Paar gegenständiger schuppenförmiger Blättchen (*bl* in Fig. 361 *E*). Die Wurzel tritt wie bei den vorigen Arten mit Abstoßung der äußersten Zellschicht hervor. Nach dem Durchbrechen des Prothalliums wächst das Stämmchen, kleine Schüppchen ausgliedernd (*bl* in Fig. 361 *F*), zur Erdoberfläche, was oft mehrere Jahre in Anspruch nimmt. Am Licht gehen die Schüppchen in gewöhnliche Laubblätter über.

Gattung *Phylloglossum* (vergl. Fig. 362). Obwohl bei dieser *L.* noch nichts über die

embryonale Entwickelung bekannt ist, lässt sich doch vermuten, dass dieselbe nach dem I. Typus von statten gehen wird. Das Sporenpflänzchen geht aus einem Knöllchen (t_1) hervor und erzeugt während seiner wenige Monate währenden Lebensdauer auf ungeschlechtlichem Wege ein ebensolches Knöllchen für die künftige Vegetationsperiode (t_2). Diese Gebilde verhalten sich im Bau und in der Art der Erzeugung der Pflanzen sehr ähnlich den Protocormen, welche für die Lycopodien des ersten Typus so charakteristisch sind und bei diesen jeder Sporenpflanze vorausgehen. Die elliptische Knolle besteht aus lockerem parenchymatischen Gewebe und ist mit einer Hülle von Korkzellen umgeben. Das erste Organ, welches am Vegetationspunkt erzeugt wird, ist ein cylindrisches, stumpfes Blatt (b_1 in Fig. 362 *A*). Diesem folgen bald mehrere ähnliche, und zwar häufig successiv zu Paaren seitlich am Vegetationskegel (b_2, b_3 in Fig. 362 *A*). Wächst nun der letztere zum Sporophyllträger (*sp*) aus, so zeigt sich an seinem unteren Teile ein Zellhöcker, welcher, also rein exogen, sich zu einem nach unten neigenden Stiel verlängert und an seinem Ende zu einer neuen Knolle anschwillt (t_2 in Fig. 362 *B*). Ihre Entstehung ist also analog der ungeschlechtlichen Bildung der Protocorme der Lycopodien vom Typus I. Unterbleibt bei schwachen Exemplaren die Bildung des Sporophyllträgers, so wächst der Vegetationskegel direkt zum Knollenstiel aus. Die einfachen Wurzeln (*r* in *B*), eine oder mehrere, entstehen dicht unterhalb der Blätter rein exogen wie die ersten Wurzeln bei *L. cernuum*. Da die *Phylloglossum*-Knollen sowohl im Bau und ihrer Entstehung, als auch in der Art der Erzeugung der ersten Blätter, Wurzeln und des Sporophyllträgers mit den Lycopodienprotocormen völlig übereinstimmt, so ist sie als ein Protocorm aufzufassen, vermittelst dessen der Sporophyt die Trockenperiode überdauert, und welcher dazu zweckmäßige Umgestaltung erfahren hat (Korkhülle, Mangel von Wurzelhaaren).

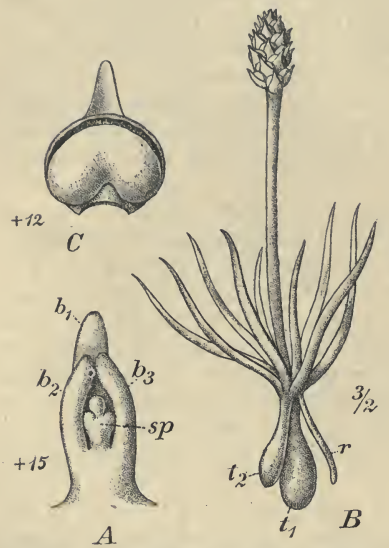


Fig. 362. *Phylloglossum Drummondii* Kunze. — *A* Gipfel einer gekeimten Knolle. b_1 das erste Blatt, $b_2 b_3$ zwei jüngere zu gleicher Zeit entwickelte, *sp* der junge Sporophyllstand. Vergr. 15. — *B* Ganze Pflanze, 3/2 vergr. t_1 die alte, t_2 die junge Knolle, *r* Würzelchen. — *C* Sporophylle mit Sporangium, von oben gesehen, 12 mal vergr. (*A* nach Bower; *B*, *C* Original.)

Der entwickelte Sporophyt der *L.* ist am einfachsten bei *Phylloglossum* gebaut. Das winzige Pflänzchen zeigt außer den beiden Knollen (siehe oben) wenige primitive Grundblättchen (Protophylle), ein einfaches Würzelchen und als Sporophyllträger ein ca. 2 cm hohes blattloses Stengelchen mit einem endständigen, kopfigen Sporophyllährchen (Fig. 362 *B*). Innerhalb der Gattung *Lycopodium* sind Protophylle nur noch bei den wenigen protocormbildenden Arten in der frühesten Jugend vorhanden (vergl. oben), der Sporophyllträger aber wächst zu einem kräftigen, oft meterlangen (*L. funiforme*) Spross mit zahlreichen Sporophyllen heran (*L. Selago*), auf höherer Stufe tritt durch teilweise Sterilisierung eine Differenzierung in vegetative und fertile Blätter und zugleich am Stamm in mehr vegetativ und mehr produktiv fungierende Zonen ein (*L. clavatum* etc.), welche letzteren dann den Prototyp einer Blüte darstellen.

Die Lebensdauer des Sporophyten beträgt bisweilen nur wenige Monate (*L. inundatum*, *Phylloglossum*), bei den Epiphyten jedoch meist viele Jahre. Die kriechenden Arten haben nicht selten ein gewissermaßen unbegrenztes Dasein, indem vorn (*L. clavatum*, *annotinum*) ein beständiges Weiterwachsen und hinten ein stetes Absterben stattfindet.

Stamm. Scheitelwachstum und -verzweigung. Der Scheitel des Vegetationskegels ist sehr flach und breit, wie bei den meisten Arten der Gruppe *Selago* (Fig. 363 *A*),

oder stumpf kegelförmig (*L. clavatum, phlegmaria* u. a.); eine distinkte Scheitelzelle wird an ihm nicht ausgesondert, jedoch trifft man am Scheitel stets wenige größere Zellen an, welche ganz besonders lebhaft nach allen Richtungen neue Zellen abgliedern, und die man daher als Initialen bezeichnen kann. Auch an den Scheitelpunkten der im Inneren des Vegetationskegels unterscheidbaren Periblems und Pleroms sind solche Initialen bisweilen erkennbar, diese Histogene haben daher in einigem Maße selbständiges Wachstum (Fig. 363 *A*).

Dicht am Scheitel entstehen auch die Blätter (*b* in Fig. 363 *A*, *C*) und Zweige. Die Zweige der *L.* werden jedoch im Gegensatz zu denen der höheren Pflanzen stets oberhalb

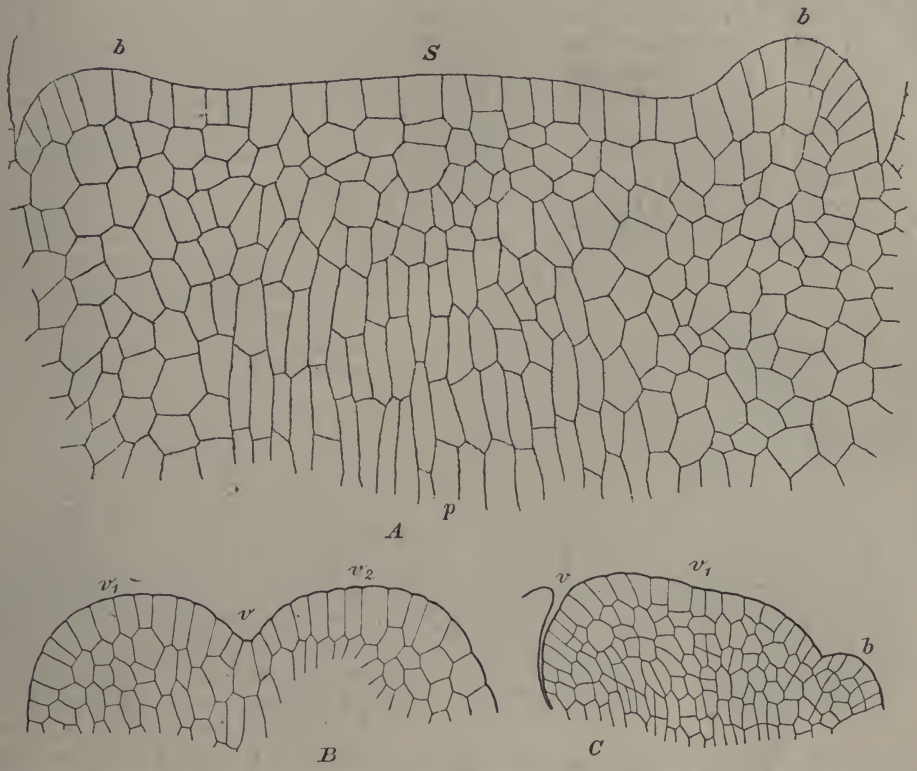


Fig. 363. Längsschnitte von Stammscheiteln bei *Lycopodium* mit Wachstum ohne distinkte Scheitelzelle. — *A Lycopodium Selago* L. *S* Scheitel, *b b* Blattanlagen, *p* das Plerom, 272mal vergr. — *B* Scheitel aus der fertilen Region von *Lycopodium alpinum* L. in Gabelung begriffen, *v* die Mitte des alten Scheitels, v_1 v_2 die jungen Scheitel. Vergr. 200. — *C* Scheitel einer Keimpflanze von *Lycopodium clavatum* L., in nicht gabeliger Verzweigung begriffen, *v* der Hauptscheitel, v_1 der seitliche Scheitel (in der Figur ist der Buchstabe v_1 versehentlich etwas zu weit nach links gerückt), *b* Blattanlage. Vergr. etwa 180. (*A* nach Sadebeck; *B* nach Hegelmaier; *C* nach Bruchmann.)

der jüngsten Blätter angelegt, und zwar völlig unabhängig von den letzteren. Das äußere Bild der Verzweigung ist ein verschiedenes. Die aufrechten und ganz besonders die hängenden Sprosse bieten zahlreiche vortreffliche Beispiele von regelmäßigster Gabelung. Dieselbe entsteht dadurch, dass der bisherige Scheitel sein Wachstum in der bisherigen Richtung einstellt und durch zwei neue dicht neben oder aus ihm sich hervorwölbende Scheitel in divergierenden Richtungen gleichmäßig fortsetzt (Fig. 363 *B*). Da eine Gabelung der Scheitelzelle wegen der Abwesenheit einer solchen nicht erfolgt, so kann die Verzweigung als eine echte Dichotomie im Naegeli'schen Sinne nicht bezeichnet werden. Die kriechenden Arten zeigen eine mehr oder weniger in einer Richtung fortwachsende Hauptachse, an deren Scheitel die meist aufrechten Seitenzweige als kleine seitliche

Protuberanzen entstehen (Fig. 363 *C*). Regelmäßige Gabelungen lassen sich jedoch auch hier bisweilen bei der weiteren Verzweigung der aufrechten Sprosse beobachten (Sporophyllstände von *L. clavatum*).

Vegetative Vermehrung durch freiwerdende Sprosse dürfte bei sehr vielen Lycopodien die gewöhnlichste Art der Fortpflanzung darstellen.

Eine eigentümliche Form solcher Ableger sind die sogenannten Pseudoadventivknospen bei *L. inundatum* und Verwandten. Dieselben entstehen wie die gewöhnlichen Seitenzweige dicht am Scheitel ohne Beziehung zu den B., werden aber von den benachbarten B. der Mutterachse sehr bald überholt und völlig eingeschlossen. Sie gelangen so in einen Zustand der Ruhe, bis sie bei günstiger Gelegenheit hervortreten und sich zu einer neuen Achse entwickeln. Nach eigener Bewurzelung, welche sehr bald nach dem Hervorbrechen stattfindet, erfolgt nicht selten völlige Abtrennung von der Mutterachse. Oft treten zehn und mehr solcher Knospen an einem Exemplar hervor und selbst an scheinbar schon abgestorbenen Stämmchen. Dadurch findet das in der Regel massenhafte Vorkommen dieser Lycopodien seine Erklärung. Auch bei vielen Epiphyten (*L. verticillatum*, *taxifolium*, *reflexum* etc.) brechen an ganz alten Stammstücken solche Seitenknospen hervor; dieselben dürften in derselben Weise entstanden sein.

Eine andere Form der Ableger sind die Brutknospen von *L. Selago* und verwandten Arten. Sie haben dieselbe Entstehung wie die vorigen, werden aber nicht überwallt. Sie erzeugen einen kurzen Stiel und mehrere Paare von abwechselnd lateral und median (decussiert) gestellten Blättchen, von denen das äußere Blatt des ersten Medianpaares sich zu einem Deckblatt (b_1 in Fig. 364 *A*, *B*) vergrößert. Zwischen dem dritten und vierten Blattpaar erfolgt dann die Abschnürung des nährstoffhaltigen Knöspchens. Am Erdboden bricht dann das schon im Inneren angelegte Würzelchen (*w* in Fig. 364 *B*) hervor, und die Brutknospe wächst zu einer neuen Pflanze heran. In der Stellung zu den Blättern des Stammes zeigen die Brutknospen keine konstanten Beziehungen, wohl aber können sie selbst in Quirlen angeordnet sein (vergl. Fig. 364 *A*). Als Ersatz für die durch das mäßige Wachstum sehr beschränkte anderweitige vegetative Vermehrung durch abgetrennte Sprosse und für die ungünstigen Bedingungen für die Entwickelung der Sporen und Prothallien findet bei den hochalpinen und arktischen Formen von *L. Selago* besonders reichliche Brutknospenbildung statt. Brutknospen sind außerdem bei *L. serratum*, *L. lucidulum*, *miniatum*, *reflexum* beobachtet worden.

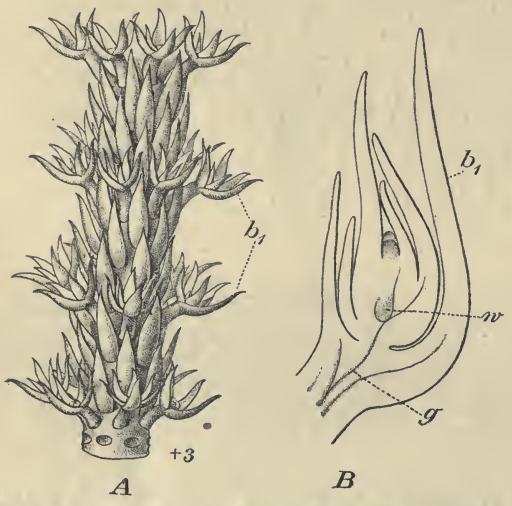


Fig. 364. Brutknospen bei *Lycopodium Selago* L. — *A* Sprossstück einer grönländischen Varietät *appressum* Desv. mit reichlichen quirlig gestellten Bulbillen, 3 mal vergr. — *B* Längsschnitt durch eine Brutknospe, in radialer Richtung, etwa 7 mal vergr. — b_1 das erste, vordere große Deckblatt, *g* Gefäßbündelstrang, *w* Wurzelanlage. (*A* Original; *B* nach Arcangeli.)

Außerdem wird durch Abschnürung von Sprossenden (*L. clavatum*) und durch die beim Absterben der ältesten Achsen stattfindende Isolierung der Achsen der höheren Ordnung (*L. Selago, inundatum* u. a.) eine stete Vermehrung der Individuenzahl bewirkt.

Anatomischer Bau des Stammes. Der Querschnitt des Stammes ist ein regelmäßig vier- bis vieleckiger oder kreisförmiger, flache bilaterale Sprosse kommen in den jüngeren Regionen weniger Arten (*L. complanatum*, *alpinum*) vor.

Das Centrum wird stets von einem cylindrischen Leitstrang eingenommen. Bei allen

primitiven Formen (*Phylloglossum*, *L. inundatum*) und auch bei den zahlreichen hängenden Arten ist der Leitstrang dünn im Vergleich zu dem peripherischen Rindenkörper, in den Hauptachsen der Vertreter der *Cernua*- und *Clavata*-Gruppen ist er mächtiger entwickelt, und kann sein Durchmesser über ein Drittel des Gesamtdurchmessers betragen. Im einfachsten Falle (*Phylloglossum*) besteht er aus einer kleinen, von dünnwandigen Elementen umgebenen Hydromgruppe. Bei *Lycopodium* tritt das Hydrom auf dem Querschnitt in Form mehrerer, bisweilen zahlreicher gerader bis hufeisenförmig gebogener, anastomosierender Bänder von sehr verschiedener Breite auf; zwischen ihnen und an der Außenseite befinden sich die Bänder der anderen Elemente (vergl. die Figg. 365, *A*—*F*). Bei

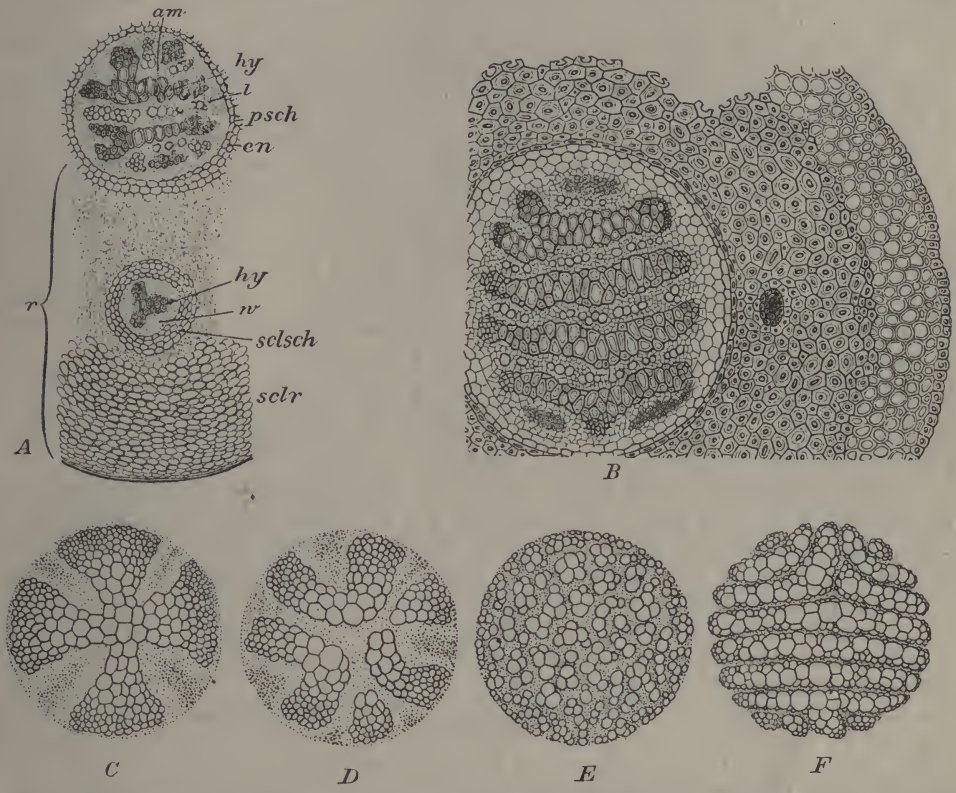


Fig. 365. Stengelanatomie von *Lycopodium*. — *A* Teil eines Querschnitts durch ein älteres Stengelstück von *Lycopodium phlegmaria* L., schematisch, im Centralstrang: *hy* das Hydrom (Tracheïden), doppelt contouriert, *am* das Amylom, durch Punkte angedeutet, *l* die weitlumigen Siebröhrenzellen einfach contouriert, *psch* die Phloemscheide punktiert; die Endodermis (*en*), ein- bis dreischichtig, einfach contouriert; *r* der Rindenkörper, die zartwandigeren inneren Partien punktiert, der peripherische Sklerenchymcylinder (*sclr*) einfach contouriert; im Rindenkörper eine abwärts wachsende Wurzel (*w*), *hy* deren Hydrom, *sclsch* die Sklerenchymscheide um dieselbe; Vergr. ca. 60. — *B* Teil eines Querschnitts durch einen Spross von *Lycopodium Chamaecyparissus* A. Br., im Centralcylinder: Hydrom doppelt contouriert, Amylom einfach, durch dünne Linien, Leptom ebenso, jedoch durch stärkere Linien markiert, Bau des Bündels bilateral, in der Rinde eine Blattspur. Vergr. ca. 100. — *C*—*F* schematische Querschnitte durch die Leitstränge mehrerer *Lycopodium*-Arten, die in Zellen ausgeführten Partien stellen das Hydrom (die Tracheïden) vor, das Phloëm ist punktiert. — *C Lycopodium serratum* Thbg. mit sternförmiger Anordnung der Elemente. — *D* Aufrechter Spross von *Lycopodium annotinum* L. mit Neigung zu sternförmiger Gruppierung. — *E Lycopodium cernuum* L. mit ganz gleichmäßiger Verteilung sehr kleiner Gruppen im Bündel. — *F Lycopodium volubile* Forst. mit streng bilateralem Bau, parallelen breiten Hydrom- und schmalen Phloëmbändern. — *C*—*F* in ca. 80facher Vergr. (*D* nach Sachs; das übrige Original.)

der Mehrzahl der Arten ist das dadurch zustandekommende Bild ein unregelmäßiges (Fig. 365 *A*); vorzugsweise bei den aufrechten Formen (*L. Selago*, *serratum* und Verwandte), aber auch in den aufrechten Teilen der kriechenden (*inundatum*, *annotinum*, *clavatum*) macht sich die Neigung zu radial strahliger Anordnung der Elemente bemerkbar (Fig. 365 *C*, *D*), so dass in vielen Fällen (*L. Selago*, *lucidulum*) ein sehr regelmäßiger, in

der Mitte zusammenhängender, 3—6 und mehrstrahliger Hydromstern gebildet wird (Fig. 365 *C*). Die Anzahl der Strahlen wächst mit der Dicke des Stammes und scheint von der Anzahl der Blattreihen unabhängig zu sein. Für die vielen Arten mit hängenden Sprossen (§ 2 *Subselago*, Section *Phlegmaria*) kann man die unregelmäßige Größe, Gestalt und Anordnung der Gewebeplatten geradezu charakteristisch nennen (Fig. 365 *A*).

Im Leitstrang der kriechenden oder schlingenden Stämmchen ordnen sich Hydrom und Leptomelemente in schmale, dem Erdboden oder der Stütze parallele, nach unten etwas convexe Platten (im Querschnitt Bänder, vergl. Fig. 365, *B* und *F*). Während ihres Verlaufes im Stamm bleiben sie jedoch nicht genau parallel der Erde, sondern beschreiben flache Curven, so dass benachbarte Hydromplatten sich nicht selten successive vereinigen und trennen.

Das Hydrom (*hy*) besteht aus besonders in der Mitte weitlumigen starken Treppentracheïden, nach den peripherischen Enden der Bänder zu nimmt ihr Umfang ab, und sie gehen in das sogenannte Protohydrom über, welches sich aus sehr kleinlumigen Tracheïden mit in das Lumen vorspringenden, faserartigen Verdickungen (Querbalkentracheïden) zusammensetzt. Aus diesem Protohydrom entspringen die Blattspuren. Bei manchen Arten, besonders denen mit starkem Leitstrang (*L. cernuum*, *clavatum* etc.) sind alle Hydromelemente auffallend zartwandig und weitlumig (Fig. 365 *E*, *F*), in den hängenden Sprossen scheint die Tendenz zu stärkerer Verdickung vorhanden zu sein. Die dünnwandigeren unverholzten Bündelelemente sind nur in den jüngsten Sprossen homogen, später finden sich außer den typischen weitlumigen, ziemlich spärlichen, anscheinend leeren Siebröhren (*l*) zahlreiche kleinere gestrecktere, dickwandigere Zellen mit ölig plasmatischem, bisweilen auch Stärke führendem Inhalt (*Amylom*, *am* in Fig. 365 *A*). Sie besitzen runde Tüpfel und bilden die dem Hydrom vorzugsweise anliegenden Schichten. Peripherisch um alle Platten herum läuft eine zwei- bis vierschichtige Zone von parenchymatischen kleinen Zellen, aus welcher Bildung von Bündelelementen erfolgt, die sogenannte Phloëmscheide (*psch* in Fig. 365 *A*).

Daran schließt sich nach außen der stets mächtig entwickelte Rindenkörper (das Grundgewebe, *r* in Fig. 365 *A*). Die innersten 1—3 Lagen bestehen aus lückenlos zusammenhängenden, parenchymatischen, zarten Zellen, welche sich jedoch sehr häufig als verkorkt und verholzt erweisen (*en* in Fig. 365 *A*). Bei einigen (*L. inundatum*) ist auch auf den Radialwänden das cutinisierte Band (Caspary'sche Punkte) nachgewiesen worden. Es hindert also nichts, diese Zellschicht physiologisch als eine wenn auch nicht immer sehr distinkte und typische Endodermis aufzufassen. Nach außen zu nehmen dann die Zellen des Rindenkörpers an Größe etwas zu, die Wände werden dicker, die Zellen in der Längsrichtung des Stammes gestreckter, und auch die Intercellularen häufiger (*sclr* in Fig. 365 *A*). Bei den kleineren Formen (*Phylloglossum*, *L. inundatum*) und an den jüngeren Teilen sind sie sämtlich zartwandig, in den älteren Sprossteilen, namentlich der hängenden, strauchigen und kriechenden Arten sind die Wände oft fast sämtlich stark verdickt und bestehen aus reiner, in den äußeren Schichten jedoch oft auch verkorkter oder verholzter Cellulose. Die gestreckten Wände besitzen schlitzartige Poren, die Querwände sind mehr oder weniger stark geneigt. In die oft großen Intercellularen ragen bei einigen Arten (*L. serratum*) Fortsätze und Querbalken von Cellulose hinein (ähnlich wie bei den Marattiaceen). Bezüglich der hier bisweilen vorkommenden Schleimgänge siehe weiter unten unter Blätter.

Bei *L. inundatum* und Verwandten schwillt die untere Partie des Rindenkörpers der liegenden Stämmchen an, indem gleichzeitig die Zellwände der äußeren Schichten stark verschleimen. Es ist dies eine Anpassung an den Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit, dem diese Arten ausgesetzt sind. Die schleimigen Teile der Rinde fungieren gewissermaßen als Wasserreservoir für die Trockenzeit.

Nach außen ist der Stamm an kleineren und jüngeren Teilen durch einige Schichten grünen Gewebes und durch eine ein- bis zweischichtige Epidermis abgeschlossen, bei älteren Stämmchen ist davon nichts vorhanden, die sklerenchymatischen Schichten gehen vielmehr bis zur Oberfläche. Den Anforderungen bezüglich der Festigkeit, welche

besonders an die älteren Teile der Arten mit großen und hängenden Stämmen gestellt werden, wird durch das mächtige Rindensklerenchym (Fig. 365 *A*, *B*) entsprochen, bei den kleineren Formen (*Phylloglossum*, *L. inundatum*) und jüngeren Teilen genügt die feste Epidermis und das zähe Hydrom den geringen mechanischen Ansprüchen.

Wurzel. Während die Bildung des ersten Würzelchens (vergl. oben) zum Teil als exogen bezeichnet werden muss (*L. cernuum*, *Phylloglossum*), bei anderen Arten (*L. Selago*, *phlegmaria* u. a.) auch als endogen gedeutet werden kann (Fig. 361 *C*), erfolgt sie bei älteren Sprossen stets endogen aus der Phloëmscheide des Stammbündels. In den kriechenden Stämmen entstehen die Wurzeln nur an der Bauchseite, in den aufrechten an allen Seiten; sie wachsen bei den letzteren im Rindenkörper nach unten, während der letztere um jede eine Sklerenchymscheide (*sclsch.* in Fig. 365 *A*) bildet, gabeln sich häufig in der Rinde und treten ganz unten oder an günstigen Stellen seitlich aus dem Stamm heraus (Section *Selago*). Eine Entstehung der Wurzeln aus den tieferen Schichten des meristischen Stammscheitels ist bei *L. inundatum* beobachtet worden (vergl. Fig. 366 *B*).

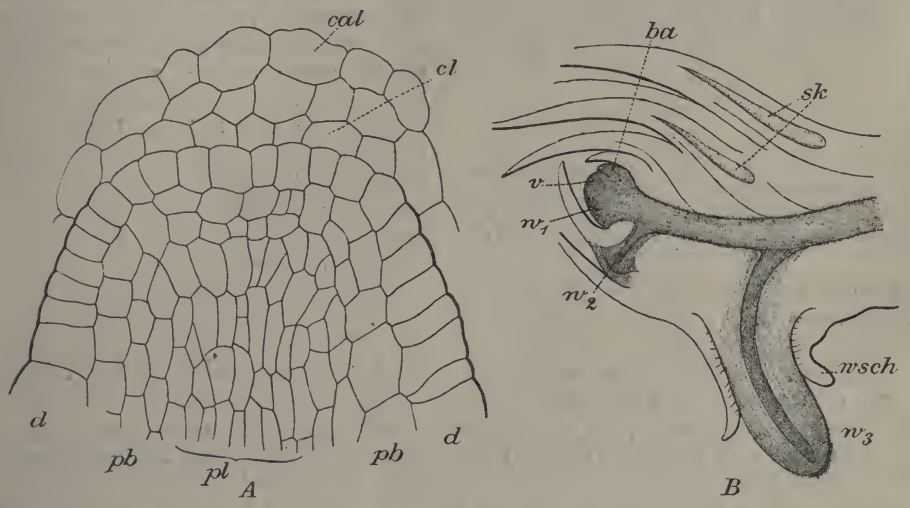


Fig. 366. *A* Längsschnitt durch die Wurzelspitze von *Lycopodium complanatum* L. im Plerom (*pl*) sind die Anfänge einer Gabelung sichtbar, *d* Dermatogen, *pb* Periblem, *pl* Plerom, *cal* die Wurzelhaube, *cl* die Calyptrogenschicht. Vergr. 340. — *B* Längsschnitt durch die Stammspitze von *Lycopodium inundatum* L., die Entstehung der Wurzeln am Scheitel zeigend, $w_1 w_2 w_3$ junge Wurzeln, resp. Wurzelanlagen, *v* Vegetationspunkt, *ba* Blattanlage, *sk* Schleimkanäle der Blätter. Vergr. 19. (Alles nach Bruchmann.)

Die Anlage erfolgt hier dicht ober- oder unterhalb der jüngsten Blattanlagen und ohne Beziehung zu denselben dadurch, dass eine Zellgruppe in der Periblemschicht des Vegetationskegels rückwärts vom Scheitel sich seitlich zu einem Gewebekörper (w_1) hervorwölbt, in dem sehr bald eine mehr oder weniger deutliche Differenzierung in gestrecktes Plerom, in Periblem und Dermatogen stattfindet (*d*, *pb*, *pl* in Fig. 366 *A*). Das letztere unterscheidet sich von den umgebenden Rindenschichten des Stammes durch seinen dichteren Zellinhalt. Im weiteren Wachstumsverlauf scheidet das Wurzeldermatogen (*d*) nach außen Kappenschichten ab, später stellt es diese Thätigkeit völlig ein, und die innerste der Kappenschichten wird zu der die Wurzelhaube (*cal* in Fig. 366 *A*) regenerierenden Schicht, dem Kalyptrogen (*cl.* in Fig. 366 *A*).

Das Wachstum der Wurzel erfolgt ohne Scheitelzelle, die Verzweigung kann daher auch hier nicht als eine echte Dichotomie im Sinne Naegeli's bezeichnet werden, obwohl dieselbe oft eine außerordentlich gleichmäßige Gabelung ist und dann in gekreuzten Ebenen stattfindet. Die Gabelung wird im Plerom zuerst sichtbar (Fig. 366 *A*) und ist eine völlige Spaltung des alten Scheitels in zwei gleiche neue. Doch ist auch unregelmäßige Verzweigung durch ungleiche spätere Entwickelung der Gabeläste nament-

lich in widerstandsfähigerem Substrat keine Seltenheit. Die zahlreichen tropischen Epiphyten der Sectionen *Selago* und *Phlegmaria* bilden, wie viele andere Pflanzen gleicher Lebensweise, ein mächtiges, schwammiges Wurzelgeflecht, in welchem Humus und Feuchtigkeit zurückgehalten wird. Die Wurzeln an der Oberfläche dieses Körpers sind mit einem Pelz von langen Wurzelhaaren versehen und dienen offenbar zum Auffangen und Absorbieren von Tau und Regen. Auch kurze Luftwurzeln von demselben Bau hängen aus dem Wurzelschwamm herunter (vergl. die Figg. 373—377).

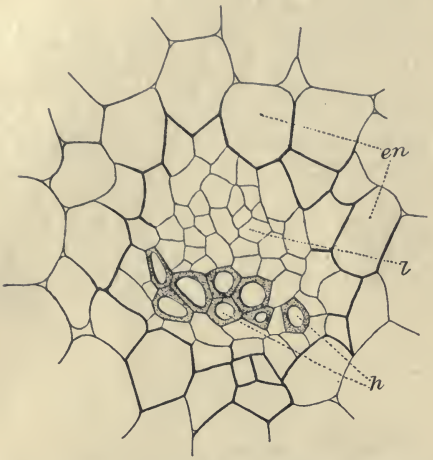


Fig. 367. Querschnitt durch den Leitstrang der Wurzel von *Phylloglossum Drummondii* Kunze, *en* die denselben umschließende Endodermis, die verkorkten Wände sind durch stärkere Linien hervorgehoben, *h* die Hydromgruppe (Treppentracheïden), *l* Leptom. Vergr. 250. (Nach Bower.)

Der anatomische Bau der Wurzeln stimmt mit dem der Stämme fast völlig überein. Da sie jedoch dünner sind, so ist der Leitstrang einfacher gebaut und enthält nur eine oder wenige unregelmäßige Hydromgruppen ohne Regel in der Orientierung (Fig. 367, *h*). Die Endodermis ist gewöhnlich schon ohne Reagenzien durch die braune Färbung der dünnen Zellwände leicht erkennbar (*en* in Fig. 367). Mycorrhizenbildung ist bei *L. phlegmaria* nachgewiesen worden, dürfte wohl auch bei anderen Arten vorkommen, da dies ja bei der Prothalliengeneration eine so constante Erscheinung ist.

Blätter. Alle B. entstehen am Vegetationskegel als kleine mehrzellige Protuberanzen (vergl. Fig. 363 *A*, *C*) und wachsen ohne distinkte Scheitelzelle heran. Man muss unterscheiden zwischen Protophyllen und Stengelblättern (Sporophylle im weiteren Sinne).

Protophylle treten nur an der embryonalen Nährknolle (dem Protocorm, vergl. oben und Fig. 360 *E*) bei *L. cernuum* und *inundatum* auf und sind eigentlich nicht zur Pflanze im engeren Sinne zu rechnen, da dieselbe erst nach ihnen am Protocorm herausdifferenziert wird. Die Protophylle sind winzige grüne, cylindrische Gebilde von primitivstem Bau. An der Außenschicht finden sich Stomata, das Innere zeigt gar keine Differenzierung der Gewebe oder nur im Centrum einen aus wenigen Gefäßen bestehenden Leitstrang. Ist die junge Pflanze selbständig, so geht der Protocorm mit den Protophyllen zu Grunde. An der Protocormknolle von *Phylloglossum* werden die Protophylle größer (Fig. 362 *B*) und stellen auch während des späteren Lebens des Sporophyten seine Hauptassimilationsorgane dar. Aber auch hier sind sie von primitivem Bau und bestehen aus lockerem, grünem Gewebe mit centralem, wenigzelligem Leitstrang.

Stengelblätter (Sporophylle im weiteren Sinn). Die Blätter der *L.* sind im Verhältnis zum Spross auffallend klein, höchstens 3 cm lang, aber dafür fast in allen Regionen sehr zahlreich und häufig so dicht gestellt, dass sie sich gegenseitig decken und die ganze Achse verhüllen (vergl. Fig. 368 und die Habitusbilder Fig. 372—380). Bei den meisten Arten leben sie so lange wie ihre Achse, in manchen Fällen fallen sie jedoch ab, und die älteren Stammteile werden kahl (*L. cernuum* u. a., Fig. 379).

Die Stellung der B. ist eine sehr variable, quirlige und spiralige sind in verschiedener Sprosshöhe oft an derselben Pflanze anzutreffen. Die spiralige Anordnung zeigt sehr kleine Divergenzen, z. B. bei *L. clavatum* $^2/_9$, $^2/_{11}$, $^2/_{13}$, $^2/_{15}$, $^2/_{17}$, *L. Selago* $^2/_7$, $^2/_9$, $^2/_{11}$, *L. inundatum* $^2/_9$, *L. annotinum* $^2/_7$, $^2/_9$. Dies in Verbindung mit der außerordentlich dichten Stellung bewirkt das Hervortreten von zwei bis acht Geradzeilen am Stamm (Fig. 368 *A*). Alle Übergänge zu eben so oder halb so viel zähligen Quirlen

(Fig. 368 *D*—*E*) sind oft an einem Spross zu finden, auch ist die Quirlebene nicht selten schief zur Stammachse gestellt. Bei einigen Arten (*L. complanatum*, *alpinum*, *volubile*, auch *nummulariifolium*) sind die Quirle nur zweiblätterig und decussiert (Fig. 368 *F*).

Die Blätter besitzen in der Regel eine mehr oder weniger flach nadelförmige, gerade oder bogig gekrümmte (*L. reflexum* Fig. 368 *C*) Gestalt, häufig sind sie auch schmal eiförmig oder dreieckig schuppenartig (Fig. 368 *A*), auch pfriemlich haarartig (*L. verticillatum* Fig. 373), selten flach kreisförmig (*nummulariifolium*). Die Reduktion der Ober- und Unterseite geht bisweilen so weit, dass von den Seiten her flachgedrückte Gebilde entstehen (*L. cernuum* Fig. 368 *E*). Bei dem aus letzterer Art genetisch abzuleitenden *L. volubile* hat dann infolge der schlingenden Lebensweise die eine Seitenfläche die Funktion der Ober-, die andere die der Unterseite übernommen (Fig. 368 *F* und Fig. 380). Bei *L. casuarinoides* führt die Notwendigkeit der Oberflächenverkleinerung an den älteren Teilen zum fast völligen Schwinden der B. (Fig. 368 *D*). Durch die einseitige Beleuchtung entstanden zu denken ist die Differenzierung von zweierlei Blattformen (*L. volubile* Fig. 368 *F*, *carolimanum* Fig. 378, *complanatum*). Die B. sind fest, jedoch biegsam oder schlaff und dünn (*L. linifolium* Fig. 374), weniger häufig dick, fleischig (*L. carinatum*, *tetragonum*, *rufescens* Fig. 368 *A*), oder hart und starr (*L. Holstii* fast stechend). Sie sitzen meist mit breiter Basis am Stengel, sehr selten sind sie kurz gestielt (*L. serratum*). Der

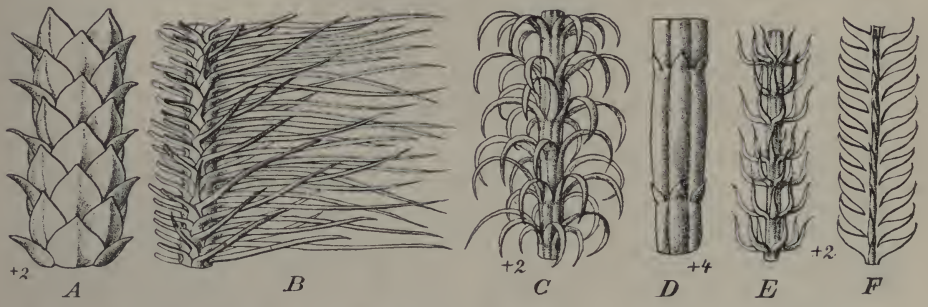


Fig. 368. Sprossstücke mehrerer *Lycopodium*-Arten zur Veranschaulichung der Blattformen und -stellungen. — *A Lycopodium rufescens* Hook. (2 mal vergr.). — *B Lycopodium mandioccanum* Raddi, nat. Gr. — *C Lycopodium reflexum* Lam., 2 mal vergr. — *D Lycopodium casuarinoides* Spring., Stück eines Endzweiges einer älteren Pflanze, 4 mal vergr. — *E Lycopodium cernuum* L., 2 mal vergr. — *F L. volubile* Forst., von der Oberseite, 2 mal vergr. (Alles Original.)

Mittelnerv ist in der Regel deutlich und oft mehr oder weniger kielartig hervortretend. Der Nerv oder auch das ganze Blattparenchym läuft oft weit am Stamm herunter und macht ihn rinnig oder kantig (Fig. 368 *C*—*E*). Alle Abstufungen von pfriemlich oder haarartig spitzen bis ganz stumpfen B. sind im Genus vertreten. Stets sind die B. ungeteilt; der Rand ist ganz oder mit kleinen Zähnchen oder Wimpern versehen, Behaarung fehlt (das Spitzenhaar ausgenommen). Oft sind die Ränder nach oben oder unten gebogen oder gerollt. Die B. stehen wagerecht ab (z. B. Fig. 368 *B* und Fig. 377), oder sind aufgerichtet anliegend, seltener gekrümmt oder nach unten geschlagen (*L. reflexum* Fig. 368 *C*); bei liegenden Sprossen krümmen sie sich nach oben (*L. inundatum*). Nur bei den primitivsten Typen (*Phylloglossum*, *Euselago*) erzeugt jedes Blatt ein Sporangium, sie sind dann auch alle völlig gleichartig (Fig. 372—374). Die Tendenz, die Sporangien nur oben auszubilden, führt innerhalb der Gattung zu völliger Differenzierung in vegetative und fertile Blätter und Regionen. Bei den Vertretern der Sectionen *Subselago* und *Inundata* bringen die unteren B. nur Sporangiumrudimente hervor, die oberen B. fungieren zwar auch noch vegetativ, jedoch schon in geringerem Grade, da ihre Spreite oft Verkürzung und im oberen Teile Verschmälerung erfährt; an der Basis tritt jedoch nicht selten plötzliche muldenförmige Verbreiterung zum Schutze des Sporangiums ein (*L. squarrosum*, vergl. Fig. 376). Bei den Arten mit distincten Blüten und Sporangienständen endlich findet an den fertilen B. eine so starke Reduktion der Spreite statt, dass die vegetative Funktion

ganz zurücktritt. In den extremsten Fällen sind dann die Sporophylle nur noch bleiche Schuppen zum Schutze des Sporensackes (vergl. Fig. 377—380). Aber auch dann zeigen die rein vegetativen Blätter, namentlich die dem Sporophyllkomplex nahen, oft Sporangienrudimente, was auf die Entstehung dieser Arten aus den undifferenzierten hindeutet. Man dürfte daher streng genommen nicht zwischen Blättern und Sporophyllen, sondern nur zwischen sterilen und fertilen Sporophyllen unterscheiden.

Anatomischer Bau des B. Die Zellen der einschichtigen Epidermis sind in der Richtung des Mittelnerven gestreckt und zeigen bei den trockener lebenden Arten und namentlich bei den Epiphyten stark verdickte Außen- und Seitenwände (Fig. 369*A*—*C*). Zartwandige Epidermiszellen finden sich nur bei feucht lebenden Arten (*L. alopecuroides*, *inundatum*, Fig. 369 *D*). Die Außenwände sind stark verkorkt, seltener verholzt (*L. annotinum*). Die anderen Wände bestehen häufig aus reiner Cellulose. Bei vielen tropischen Epiphyten weisen die Außenwände eine eigentümliche Tüpfelung auf, deren Zweck noch strittig ist. Die Seitenwände sind, von oben gesehen, bei manchen Arten gewellt. Die Spaltöffnungen finden sich nur auf einer oder auf beiden Seiten je nach dem Transpirationsbedürfnis, fehlen aber am Mittelnerven. In der Regel sind sie dem letzteren

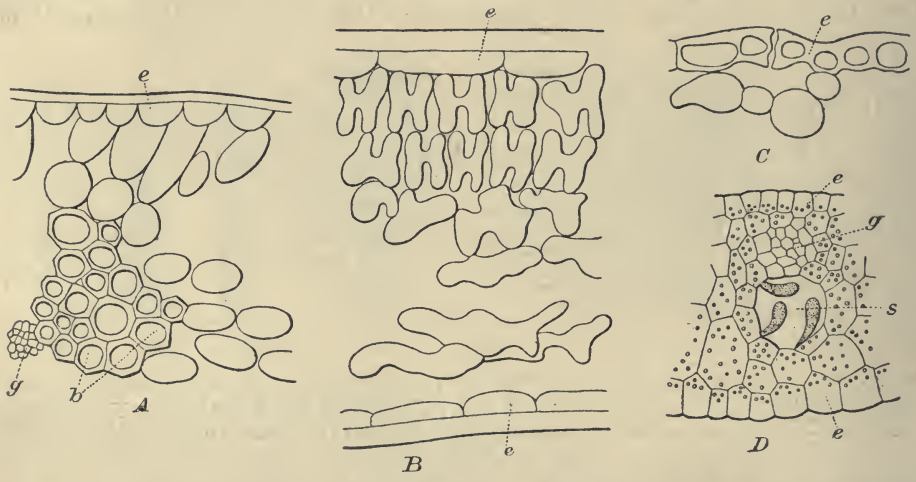


Fig. 369. Querschnitte durch die Blätter mehrerer *Lycopodium*-Arten. — *A Lycopodium annotinum* L. *g* Gefäßbündel, *b* bastartige Zellen, welche dasselbe umgeben. — *B Lycopodium rufescens* Hook. mit eigentümlichen Pallisaden- und Schwammgewebszellen. — *C Lycopodium annotinum* L. Epidermis der Unterseite mit einer Spaltöffnung. — *D Lycopodium inundatum* L., *s* ein Schleimgang mit schlauchförmigen Sekretzellen, *e* Epidermis, *g* Gefäßbündel. — Alles etwa 100 mal vergr. (*A*, *B*, *C* nach Eriksson; *D* nach Hegelmaier.)

parallel gestellt. Ihre Zellen sind im Querschnitt von demselben Umfang wie die anderen Epidermiszellen (Fig. 369 *C*) und mit drei Verdickungsleisten versehen, doch sind sie bei einigen Arten bedeutend kleiner (*L inundatum*). Die Epidermis hat überall eine vorwiegend schützende Funktion, sie enthält gar kein oder nur wenig Chlorophyll und fungiert auch niemals als Wasserspeicher. Bei mehreren hochandinen Arten enthalten ihre Wände einen roten Farbstoff zum Schutze gegen die intensive Insolation.

Das Assimilationsgewebe ist stets sehr locker gebaut, bietet jedoch in den Zellformen und ihrer Anordnung mannigfache Verschiedenheiten innerhalb der Gattung. Mehr oder weniger gleichförmig ist das Gewebe und besteht aus im Querschnitt rundlichen, längsgestreckten Zellen bei *L. inundatum* und Verwandten, bei *L. Selago*, *verticillatum*, *cernuum*, *volubile*, *densum*, *obscurum*, sehr unregelmäßig sternförmig sind die Zellformen bei *L. phlegmaria*, *taxifolium*, *reflexum*, *serratum*. Bei anderen Arten treten Differenzierungen im Mesophyll ein. Bei *L. annotinum* z. B. sind die Zellen der oberen Schichten nach dem Leitbündel zu gestreckt und stehen daher in verschiedenem Grade schief zur Oberhaut; die unteren Zellen bilden dagegen in der Richtung der Unterseite gestreckte Formen

(vergl. Fig. 369 *A*). Bei *L. scariosum* sind die Zellen der oberen Schichten im Querschnitt kreisrund, die unteren bilden dagegen ein lockeres Schwammparenchym von sternförmig verzweigten Zellen. Bei *L. rufescens* bestehen die oberen Schichten aus im Querschnitt regelmäßig H förmigen Palissaden, während das Schwammgewebe aus quergestreckten, geschlängelten Zellen zusammengesetzt ist (Fig. 369 *B*). Auch bei vielen anderen Arten macht sich eine deutliche, wenn auch nicht immer scharfe Differenzierung in ein oberes mehr assimilierendes und ein tieferes, mehr leitendes Gewebe bemerkbar (*L. clavatum*, *alpinum*, *Saururus*, *lucidulum* u. a.) Die Mesophyllzellen sind im allgemeinen zartwandig, jedoch bisweilen mit Poren versehen (*L. annotinum*). Am Leitbündel gehen sie in die Bastzellen über. Bei *L. nummulariifolium* finden sich auch dicht unter der Epidermis bastartig verdickte Mesophyllzellen.

Das Blattbündel führt im Centrum eine Gruppe sehr englumiger Spiraltracheïden (*g* in Fig. 369 *A*), nur an der Blattbasis auch deutliches Leptom und ist stets mit einem Belag von längsgestreckten bastartigen Zellen (*b*) umgeben. Die dicken Wände der letzteren bestehen aus reiner Cellulose und sind mit Poren versehen. Sie zeigen alle Übergänge zu den Mesophyllzellen und sind in manchen B. überhaupt nur wenig von diesen verschieden (*L. inundatum*, Fig. 369 *D*). Die Wände der Bastzellen treiben bei vielen Arten kurze Fortsätze und brückenartige Verbindungen in die Intercellularräume hinein.

Schleimgänge. Im Mesophyll verläuft bei vielen Arten parallel dem Mittelnerv ein zusammenhängender Intercellulargang. Bei *L. inundatum*, *alopecuroides*, *cernuum*, *laterale* ist dieser Kanal von einem Epithel oft schlauchförmig in den Gang hineinragender Zellen mit feinkörnigem Inhalt bekleidet (*s* in Fig. 369 *D*). Dieser Kanal läuft unter dem ganzen Blattbündel hin und endigt blind im Stamm. Der Inhalt besteht, wenigstens bei den letzteren Arten, aus einem zähen Schleim.

Die gänzlich umgebildeten fertilen Sporophylle bei *L. phlegmaria*, *annotinum*, *clavatum* etc. zeigen zwar im allgemeinen einen ähnlichen Bau wie die fertilen B., sind aber durch ihr gering entwickeltes chlorophyllarmes Mesophyll ausgezeichnet. Bei *L. annotinum* befindet sich unter dem Bündel ein deutlich schleimführender Gang im Gegensatz zu dem anscheinend inhaltlosen in den sterilen B. Spaltöffnungen fehlen auch diesen Sporangienschuppen nicht. Die Außen(Unter-)seite zeigt meist viel stärker verdickte Epidermiszellen als die dem Sporangium anliegende, was mit der schützenden Funktion dieser Schuppen im Einklang steht.

Sporangien. Die Anlage der Sporangien erfolgt bereits, wenn das Sporophyll sich noch im meristischen Zustande befindet und ist daran kenntlich, dass sich eine an der inneren Seite der Blattbasis gelegene Zellgruppe senkrecht zur Blattfläche streckt. In dieser Protuberanz wird nach innen zu durch perikline Teilung der Oberflächenzellen das Archesporium abgeschieden (Fig. 370 *I*). Dasselbe besteht bei *Phylloglossum* und den einfacher gebauten Lycopodien (*L. Selago*, *phlegmaria* etc.) aus einer Reihe von 6—7 Zellen mit körnigem Inhalt; im Querschnitt zeigt sich demgemäß nur 1 Zelle. Bei *L. clavatum* und Verwandten sind es nach Bower meist 3 neben einander liegende Reihen, also im ganzen ca. 20 Zellen, welche das Archespor bilden. Während nun aus diesen, und zwar besonders aus den mittleren und inneren, durch lebhafte Teilungen das mächtige Gewebe der Sporenmutterzellen hervorgeht (Fig. 370 *II—VI*), dehnt sich die äußere Hüllzelllage durch antikline Zellteilungen aus, das Sporangium wölbt sich hervor und wird schließlich durch intensives Wachstum des Basalgewebes emporgehoben. Bei *L. clavatum* treibt das letztere auch Vorsprünge in die sporogenen Massen hinein, welche die Ernährung derselben erleichtern. Im weiteren Entwickelungsverlauf zeigen sich innerhalb der Familie nur unwesentliche Unterschiede. In der äußeren Hüllzelllage treten nun auch perikline Wände auf (Fig. 370 *IV*, *V*), wodurch sie zwei- bis dreischichtig wird. Die innerste dieser Schichten teilt sich dann noch einmal in demselben Sinne und scheidet nach innen die plasmatischen Tapetenzellen (*t* in Fig. 370 *IV—VI*) ab. Dieser Vorgang beginnt vom Basalgewebe her und schreitet nach oben fort, so dass schließlich das ganze sporogene Gewebe, mit Ausnahme einer Unterbrechung am Scheitel von der Tapetenschicht umgeben wird.

In ihrem weiteren Verhalten stimmt sie mit den übrigen Pteridophyten völlig überein (vergl. den allgem. Teil S. 7). Die Trennung der Sporenmutterzellen voneinander und ihr Zerfall in vier Sporen erfolgt wie bei allen Mikrosporen der Gefäßpflanzen überhaupt (vergl. d. allgem. Teil S. 7).

Das Sporangium der *L.* ist im reifen Zustande ein tangential zum Stamm gestreckter, nierenförmiger, einfächeriger Sack, der mit einem kurzen Stielchen der Basis des Sporophylls aufsitzt oder ganz in die Achsel gerückt ist (vergl. Fig. 372 *C*, 373 *C*, 374 *D*, 375 *D*, *E* etc.). Die derbe, schwach gelbliche Wand ist am Scheitel des Sporensackes 2, am Grunde

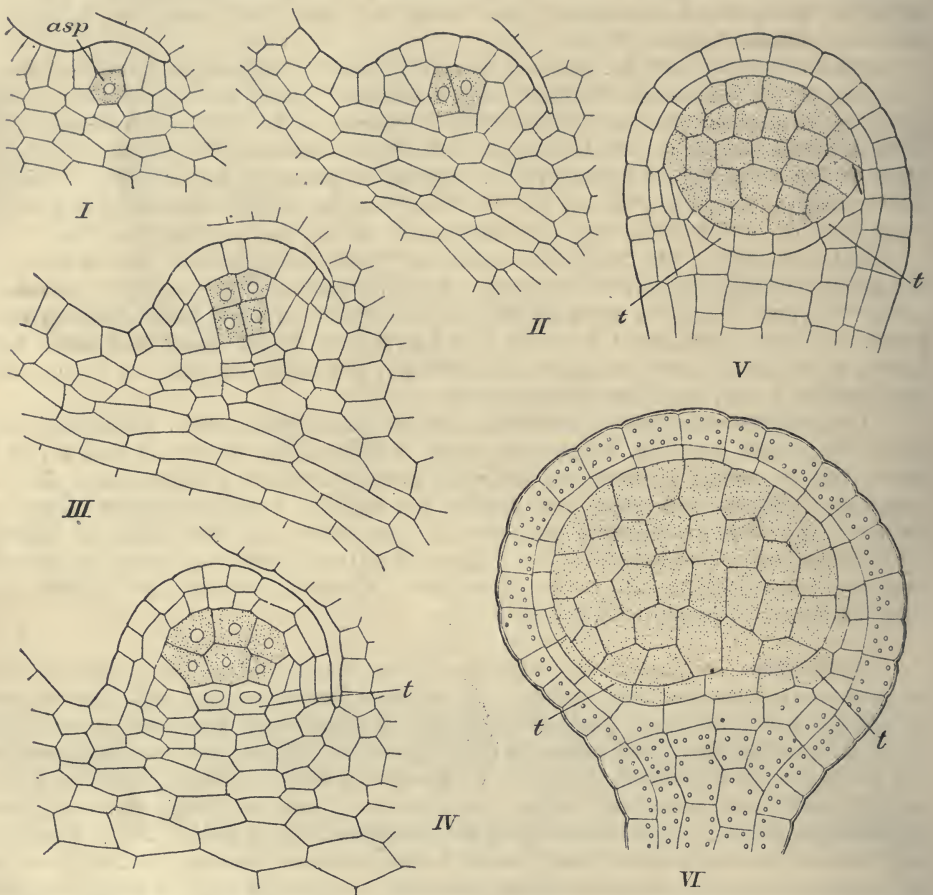


Fig. 370. Sporangienentwickelung von *Lycopodium clavatum* L. — *I—IV* die aufeinanderfolgenden Entwickelungsstadien. Bei *I* das im Längsschnitte 1zellig erscheinende hypodermale Archesporium (*asp*). — *II—III* die ersten Teilungen desselben und das allmähliche Hervorwölben des Sporangiums. — *IV* und *V* die 2schichtig gewordene Sporangiumwand, der Beginn der Bildung der Tapetenzellen *t* an der Basis des Sporangiums und die Anlage des Stieles. Bei *VI* ist das Sporangium bis zur Bildung der Sporenmutterzellen vorgeschritten. *I* 360mal, *II—V* 220mal, *VI* 200mal vergr. (Nach Sadebeck.)

bis 5schichtig (Fig. 370 *VI*), die Zellen der äußeren Schicht sind mit Verdickungen an den inneren und seitlichen Wänden versehen. Der Stiel, auch wenn er sehr dick ist (*L. clavatum*), entbehrt stets eines Leitstranges, das Blattbündel macht dafür unterhalb des Sporangiumstiels eine oft starke Krümmung nach oben, und bisweilen (*L. alpinum*) treten auch einige Gefäße nach dem Sporangium zu hervor.

Beim Aufspringen zerfällt das Sporangium meist durch einen tangential über den Scheitel laufenden Spalt in zwei muschelförmige Klappen (z. B. Fig. 362 *C*), bei *L.*

inundatum u. a. öffnet es sich durch einen gleichgerichteten am Grunde der Vorderseite auftretenden Riss. Die Stellen, an welchen die Trennung erfolgt, sind durch zarte Oberschichtzellen ausgezeichnet.

Sporen. Der gesamte Sporangiuminhalt besteht aus den blassgelben Sporen, welche radiär tetraëdrischen Bau zeigen (vergl. Fig. 371). Jedoch kommen unter den gewöhnlichen hier und da auch einzelne bilaterale Sporen vor. Die drei flachen zur stumpfen Pyramide zusammenstoßenden Seiten sind durch drei dicke Leisten voneinander getrennt (Fig. 371 *B, C, E*), die vierte, die Oberflächenseite der Sporenmutterzelle, ist stark gewölbt. Das derbe, cuticularisierte Exosporium ist außerdem, und zwar besonders an der convexen Seite, bei vielen Arten durch zahlreiche rundliche, lichtbrechende Tüpfelchen (Tüpfelsporen, Fig. 371 *C, D*), bei anderen durch netzförmig anastomosierende (Fig. 371 *A, B, G—I*), selten stachelartige (Fig. 371 *E, F*) Verdickungen ausgezeichnet (Netz-

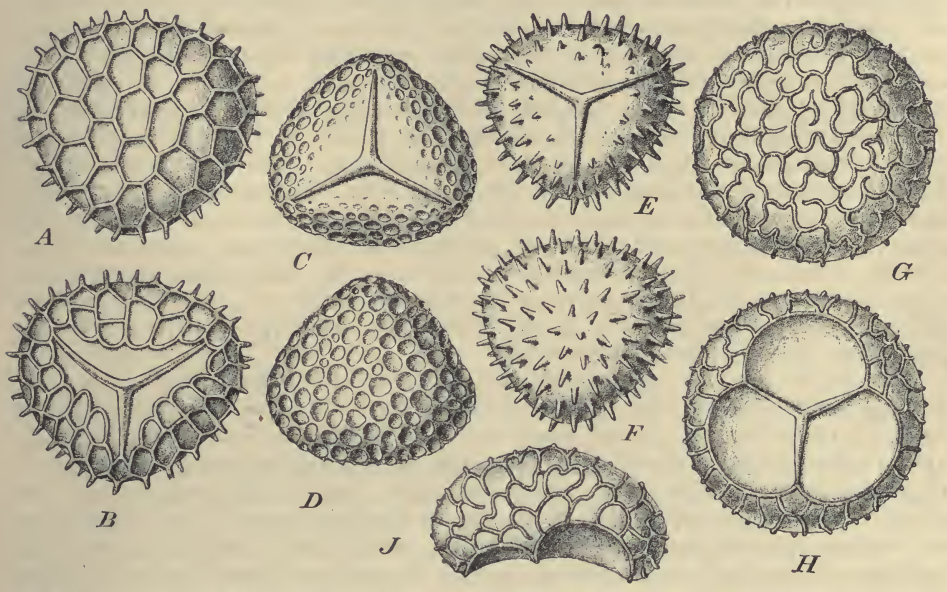


Fig. 371. Sporen mehrerer *Lycopodium*-Arten. — *A Lycopodium clavatum* L. Netzspore von der gewölbten Seite. — *B* desgl. Seite mit den drei Radialkanten. — *C Lycopodium phyllanthum* Hook. et Arn. Tüpfelspore, von der Seite mit den drei Radialkanten. — *D* Desgl. von der gewölbten Seite. — *E Lycopodium densum* Labill., Seite mit den Radialkanten. — *F* Desgl. gewölbte Seite. — *G, H, J* Spore (Netzsporentypus) von *Lycopodium inundatum* L., *G* gewölbte Seite, *H* Seite mit den Radialkanten, *J* von der Seite. — Alles in etwa 700 facher Vergr. (Alles Original.)

sporen). Infolge der in diesen Unebenheiten haftenden Luft sind die Sporen mehr oder weniger schwer benetzbar und schwimmen auf dem Wasser. So können sie auch leicht mit dem Wasser in den Erdboden oder in die Borke, also das für ihre weitere Entwickelung notwendige Medium, hineingesogen werden.

Die Ausstreuung und Verbreitung der Sporen wird durch den Wind bewerkstelligt. Es sind daher besonders die Blätter der dem Wind am meisten ausgesetzten Regionen, welche Sporangien entwickeln, die Blätter der tieferen oder kriechenden Teile zeigen gar keine oder nur verkümmerte Sporangien (*L. Selago*). Der leichteren Verstäubung halber findet auch eine Umbildung der fertilen Blätter innerhalb der Familie statt, indem sie im oberen Teile schmäler (Varietäten von *L. squarrosum* Fig. 376) oder kleiner als die übrigen werden (*L. phlegmaria*); sie fungieren dann häufig überhaupt nur noch als schützende Bedeckung der jungen Sporangien gegen Austrocknung und Feuchtigkeit. Die hängenden Formen neigen zur Bildung langer, dünner, kleinblätteriger, leicht beweglicher Stämme (*L. Myrsinites* u. a. z. B. Fig. 373, 374) oder, wenn das nicht der Fall, zur Ausgliederung besonderer, dünner, beweglicher Sporangienstände (*L. phlegmaria* u. a. Fig. 377, 380).

Bei manchen kriechenden Formen finden sich zweckmäßig aufrechte, langgestielte, dick keulenförmige Sporangienähren, welche ihres Gewichtes wegen leicht und lange pendeln (*L. clavatum*, *carolinianum* Fig. 378); die aufrechten Buschformen erzeugen die fertilen Ährchen an den oberen und seitlichen Zweigenden (*L. cernuum* u. a., Fig. 379).

Verwandtschaftliche Beziehungen, Phylogenie und Alter der L. Unter den lebenden Familien stehen den *L.* die *Psilotaceae* und *Selaginellaceae* zweifellos außerordentlich nahe. Dasselbe ist der Fall mit den in den ältesten geologischen Schichten so verbreiteten Familien der *Lepidodendraceae* und *Sigillariaceae*. Alle diese Familien weisen jedoch schon mannigfache Fortschritte in der Differenzierung den *L.* gegenüber auf (gefächerte Sporangien oder Heterosporie, weitere Reduktion der Prothalliengeneration, Dickenwachstum etc.). Die *L.* sind daher als ein primitiver Typus aufzufassen, aus welchem sich die genannten Familien entwickelt haben. Das außerordentliche Alter der *L.* wird auch durch die Funde echter *Lycopodiaceae*-Arten vom Bau der höheren epiphytischen *Urostachya* im Carbon bestätigt. Dass der *L.* Typus diese ungeheure Zeit mit stattlicher Artenzahl hat überdauern können, erklärt sich wohl durch die, wie jede Art zeigt, erstaunliche Variabilität und Anpassungsfähigkeit seiner sporenbildenden Generation. Ein vielleicht noch größeres Verdienst um das lange Leben des *L.* Typus dürfte aber seine Prothalliumgeneration haben, welche eine Fähigkeit zeigt, sich veränderten Lebensbedingungen gemäß umzugestalten, wie sie im höheren Pflanzenreich in einer Gattung kaum auch nur annähernd zu finden ist. Es liegt daher auch kein Grund vor zu der Annahme, dass ein Typus, der mit diesen im Kampf ums Dasein so vorteilhaften Eigenschaften in solchem Maße ausgerüstet ist, in Bälde von der Erdoberfläche verschwinden wird. Dass der *L.*-Typus kein erstarrter und altersschwacher ist, erhellt auch aus der geographischen Verbreitung (vergl. unten), welche uns zwingt, für viele Arten eine Entstehung erst seit dem Tertiär anzunehmen.

Vergleicht man die ersten Entwickelungsstadien des Embryos von *L.* mit den gleichen Verhältnissen bei den höheren Lebermoosen, z. B. den *Jungermanniaceen*, so fallen eine Reihe von Übereinstimmungen auf. Bei beiden bleibt die eine der bei der ersten Teilung resultierenden Tochterzellen sehr unentwickelt und stellt den als Embryoträger bezeichneten Anhang dar. Die angrenzenden Segmente der anderen Zelle entwickeln sich hier wie dort zu dem als Saugorgan fungierenden Fuß. Die anderen, auf der dem Embryoträger entgegengesetzten Seite liegenden Segmente bilden die Mutteretage des Sporenerzeugers, hier die gestielte Kapsel, dort die beblätterte Lycopodienpflanze. Auch die geschlechtlichen Generationen bieten zahlreiche Analogieen. Die Lebermoosspore erzeugt ein rudimentäres Protonema, an welchem durch Sprossung die geschlechtlichen Pflanzen entstehen. Bei dem Prothalliumtypus von *Lycopodium*, der nach dieser Richtung hin erforscht ist, dem des *L. cernuum*, entsteht aus der Spore ebenfalls ein kleiner Zellkörper, aus dem durch Sprossung das Prothallium erzeugt wird. Und auch die Prothallien von *L. cernuum* und *inundatum* würden, wenn ihr Zusammenhang mit den beblätterten Sporenpflanzen nicht bekannt wäre, zu den Lebermoosen zu stellen sein. Der einzige durchgreifende Unterschied besteht also darin, dass der Sporophyt der *L.*, von seiner höheren Differenzierung abgesehen, ein selbständiges Dasein führt im Gegensatz zu dem der Moose. Dem parasitisch lebenden Moossporophyten steht nur ein beschränktes Nahrungsquantum zur Verfügung, die Anzahl der Fortpflanzungskörper, die er produzieren kann, ist daher auch nur klein und begrenzt. Da nun eine Vergrößerung der Zahl der Sporen im Interesse der Erhaltung liegt, so dürfte auch im Moossporophyten die Tendenz vorhanden sein, dies mit allen möglichen Mitteln zu erstreben. Das einzige Mittel dazu ist aber die eigene Ernährung und Stoffbereitung. Diese Selbständigkeit kann aber nur durch die Ausgliederung eines absorbierenden, assimilierenden und speichernden Organs erreicht werden. Wenn wir also annehmen wollen, dass die Lycopodiumpflanze durch Differenzierung zum Zwecke der Sporenvermehrung aus dem Moossporogon entstanden ist, so muss auf der Zwischenstufe ein solches die Selbständigkeit vermittelndes Organ bestanden haben. Solche mit einem primitiven Nährorgan ein selbständiges Leben

führenden Sporogone existieren heute nicht mehr, und auch die Geologie liefert uns keine Beweise. Es ist nun eine häufige Erscheinung, dass im Laufe der Ontogenie rudimentäre Organe vorübergehend auftreten, welche in der Phylogenie eine Rolle gespielt haben. Und so tritt uns in der embryonalen Entwickelung des Sporophyten einiger Lycopodien auch jenes Nährorgan entgegen, welches dem Sporogon zur Selbständigkeit verholfen hat und dadurch erst die Möglichkeit zur weiteren Differenzierung gegeben hat, wie sie uns bei den Lycopodien und den daraus abzuleitenden höheren Pflanzen entgegentritt. Dieses Organ ist der Protocorm, welcher bei den Arten mit oberirdischer Entwickelung (vergl. oben *L. cernuum*, *inundatum*) dem jungen Embryo als erstes Nährorgan Dienste leistet. Bei den unterirdisch sich entwickelnden Lycopodien ist es verschwunden, weil seine Funktion wegen des Lichtmangels nicht möglich und der saprophytischen Ernährung halber nicht erforderlich ist.

Die im vorigen Abschnitt entwickelte Theorie ist von Treub und Bower (l. c.) aufgestellt worden. Eine wichtige Stütze würde dieselbe noch erhalten, wenn sich ergeben wird, dass die embryonale Entwickelung von *Phylloglossum* in der That in derselben Weise wie bei *L. cernuum L.* und *L. inundatum L.* vor sich geht.

Während somit ein engerer phylogenetischer Zusammenhang der höheren Lebermoose und *L.* mehr als wahrscheinlich sein dürfte, wird wegen der abweichenden Bedeutung und Entwickelung der Embryonalsegmente eine Zugehörigkeit der *Eufilicineen* und *Equiseten* zu dieser Entwickelungsreihe kaum möglich sein. Die *Eufilicineen* und Equiseten werden vielmehr als Parallelreihen aufzufassen sein, welche allerdings mit der *Jungermanniaceen-Lycopodiaceen*-Reihe in den niederen Lebermoosen einen gemeinsamen Ursprung besitzen dürften.

Nutzen. Das Sporenpulver von *Lycopodium clavatum* (*Semen* oder *Sporae Lycopodii*, Hexenmehl, Bärlappsamen) findet in den Apotheken zum Bestreuen der Pillen Verwendung. Wegen seiner Feinheit und Leichtigkeit wird es auch zu akustischen Versuchen benutzt. Das Kraut einiger tropischer Arten ist in der Heimat derselben als Diureticum im Gebrauch.

Lebensweise und geographische Verbreitung. *L.* kommen auf der ganzen Erde vor, die großen Trockengebiete ausgenommen. Die Ansprüche an die Temperatur sind recht verschiedene, die zahlreichen epiphytischen Arten finden natürlich nur in der heißen Zone günstige Existenzbedingungen. Die auf dem Erdboden wachsenden zeigen jedoch oft ein auffallend geringeres Wärmebedürfnis, sie sind daher vorzugsweise außerhalb des Tropengürtels oder auf den höheren Gebirgen innerhalb desselben zu finden. Die Anforderungen an Luft- und Bodenfeuchtigkeit sind im allgemeinen wohl mehr als mittlere, vor allem aber verlangen die Lycopodien, ähnlich den Farnen, im allgemeinen eine gleichmäßig feuchte Atmosphäre, sie treten daher in den Wäldern an und auf den Gebirgen, auf Inseln und anderen Orten mit ozeanischem Klima am artenreichsten auf. Wasserarme Gegenden oder solche mit erheblichen Feuchtigkeitsschwankungen (Wüsten, Steppen, kahle und kontinentale Gebirge) werden von den *L.* gemieden; einige afrikanische und hochandine Formen scheinen jedoch gegen vorübergehende Trockenheit etwas weniger empfindlich zu sein, es sind dies Arten, welche durch etwas fleischige oder dicke harte B. ausgezeichnet (*L. erythraeum*, *dacrydioides*, *gnidioides*, *strictum*, *Holstii*) und durch mächtige Cuticula oder eingerollte Spaltöffnungsseite der B. (*L. Holstii*) gegen Austrocknung geschützt sind. Auch *L. complanatum* scheint geringere Feuchtigkeitsansprüche zu machen als der Durchschnitt, die starke Blattreduktion darf als eine diesbezügliche Anpassungserscheinung aufgefasst werden. Im allgemeinen lieben die *L.* ein an organischen Stoffen reiches Substrat, in den Tropen die sich zersetzende Oberfläche der Baumstämme, in den gemäßigteren Zonen Wald-Moor- und Heideboden. Doch kommen einige Arten mit Vorliebe auf sterilerem, sandigem (*L. inundatum*) oder steinigem Boden vor (*L. cernuum*). An Orten mit sehr dichter Vegetation (Wiesen) gedeihen *L.* nicht, sie bevorzugen kahle oder locker bewachsene Stellen. Ihr Lichtbedürfnis ist im allgemeinen kein großes, sie gedeihen oft in einem

Waldesdunkel (Epiphyten, *L. Selago*, *annotinum* etc.), wo andere grüne Gewächse, die Farne ausgenommen, nicht existieren können. Vielleicht hängt dies in vielen Fällen mit einer durch Mykorrhizen ermöglichten halbsaprophytischen Lebensweise zusammen, wie sie ja für die Prothalliumgeneration so charakteristisch ist. Eine ganze Reihe von Arten sind an ein arktisches oder hochalpines Leben mit geringer jährlicher Vegetationsdauer und intensiver Insolation angepasst (*L. Selago*, *alpinum*, die hochandinen Arten des § I *Euselago*). Andere Arten lieben Orte, welche häufig überschwemmt werden (*L. inundatum*), oder sind, wenn nötig, im stande, sich ganz an ein Wasserleben anzupassen (*L. alopecuroides*). *L. inundatum* scheut sich nicht vor einem stark salzhaltigen Substrat. Bemerkenswert ist die Widerstandsfähigkeit des an Orten vulkanischer Thätigkeit nicht seltenen *L. cernuum* gegen die daselbst auftretenden schädlichen Gase Schwefeldioxyd und Schwefelwasserstoff. (Bezüglich der Anpassungserscheinungen vergl. auch die betreffenden Organe.)

Die *L.* sind zwar an ihren Standorten nicht selten in beträchtlicher Individuenzahl vorhanden (*L. inundatum*, z. B.), jedoch treten sie niemals in so großen Massen auf, dass sie formationsbildend genannt werden oder auf das Bild der Formationen einen bedeutenden Einfluss gewinnen könnten.

Unter den Arten jeder der großen Gruppen der Gattung *Lycopodium* fallen einige durch ihre kosmopolitische oder doch beide Hemisphären umfassende Verbreitung auf. Es sind dies u. a. *L. Selago*, *lucidulum*, *clavatum*, *complanatum*, *Saururus*, *cernuum*, also vorwiegend Erdbodenarten mit großer Fähigkeit zu variieren. Auch die ein nasses Substrat liebenden Lycopodien der *Inundatum*gruppe besitzen große Verbreitungsareale. Unter den epiphytischen Arten sind nur wenige Pantropisten, z. B. *L. verticillatum*. Die meisten Arten sind auf eine Hemisphäre, bisweilen (z. B. *L. miniatum*) sogar auf sehr kleine Gebiete beschränkt.

Bei weitem des größten Reichtums an Lycopodien erfreut sich das central-südamerikanische Florenreich, und zwar ganz besonders die Gebirgswälder der columbischen Zone und der südbrasilianischen Provinz. Vor allem die § I *Euselago* ist hier mit zahlreichen epiphytischen und halbepiphytischen Arten zur Entfaltung gelangt. Außerdem sind für die hochandine Region eine Fülle von Arten derselben Gruppe charakteristisch, welche nur ganz kleine Verbreitungsbezirke besitzen. (*L. compactum*, *erythraeum*, *rufescens*, *attenuatum*, *Hartwegianum* etc.) Dieselben zeigen außerdem so deutliche Verwandtschaft teils zu den epiphytischen Arten der tieferen Regionen, teils zu den verbreiteten *L. Selago* und *Saururus*, dass ihre recente Bildung aus diesen seit Entstehung der Anden nicht zweifelhaft sein kann.

Reich an Lycopodien ist auch Westindien, die Verbreitung seiner Arten erstreckt sich jedoch stets bis mindestens in den östlichen Teil der columbischen Zone des südamerikanischen Festlandes hinein. Mexiko, die trockeneren Gebiete Nordbrasiliens und die südlichen Teile des Kontinents bieten dagegen wenig günstige Existenzbedingungen für die *L.*

Unter den zum paläotropischen Florenreiche zusammengefassten Gebieten fällt vor allem die außerordentliche Armut des afrikanischen Kontinents wie an Pteridophyten überhaupt so auch an eigentümlichen Lycopodien auf. Derselbe bietet im allgemeinen keine günstigen Bedingungen für dieselben, aber auch in den Teilen, wo dieselben reichlich vorhanden sind (Abessinien, Kilimandscharo, Kamerun) finden sich fast nur kosmopolitische oder pantropische Arten (*L. Selago*, *clavatum*, *Phlegmaria*, *cernuum*), einige wenige eigentümliche südafrikanische Arten ausgenommen. Hiermit kontrastiert der stattliche Endemismus des benachbarten malagassischen Gebiets, an welches sich das vorderindische und das Monsungebiet verwandtschaftlich eng anschließen. Die Arten dieser drei Gebiete sind meist über große Areale verbreitet, zum Teil allen drei gemeinsam, und rekrutieren sich aus Vertretern der Sectionen *Subselago* und *Phlegmaria*. Als Brennpunkte der Verbreitung sind besonders die Gebirgswälder des südlichen Vorderindien, des östlichen Himalaya und des Sundaarchipels, einschließlich der papuasischen Provinz zu bezeichnen. Auch Nordostaustralien, Polynesien und das nördliche Neuseeland zeigen sich in ihrem

Lycopodienbestande als völlig zum Monsungebiet gehörig. Die Sandwichinseln besitzen ebenfalls noch einige der für das Monsungebiet charakteristischen Typen, weisen aber auch eine Anzahl endemischer Formen auf (*L. erubescens*, *Haleakalae*, *polytrichoides* u. a.). In den Gebieten des australen Florenreichs treten die Lycopodien sehr zurück. Formen der Sectionen *Selago* und *Phlegmaria* finden sich nur noch in den Grenzgebieten gegen das vorige Reich (Ostaustralien, Neuseeland), als australe Typen sind jedoch eine Anzahl von eigentümlichen, an Trockenheit angepassten Vertretern der Sectionen *Cernua* (*L. laterale*, *densum*) und *Clavata* (*L. fastigiatum*, *scariosum*, *magellanicum* u. a.) und *Phylloglossum* zu bezeichnen.

Das boreale Florenreich ist das an eigentümlichen *L.* weitaus ärmste. Die wenigen Arten sind über außerordentliche Areale und zum größten Teil sogar über beide Hemisphären verbreitet (*L. alpinum*, *lucidulum*, *serratum*, *clavatum* etc.) und gehören ganz verschiedenen Verwandtschaftsgruppen an. Ein geringer Endemismus macht sich nur in den Gebirgen des japanisch-nordchinesischen Gebiets (*L. cryptomerinum*, *Sieboldii*, *chinense*) bemerkbar.

Einteilung der Familie. Dass eine engere verwandtschaftliche Zusammengehörigkeit der beiden *L.* Gattungen besteht, dürfte durch die vergleichenden entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen der Sporangien mit Sicherheit dargethan sein. Auch durch die embryonalentwickelungsgeschichtlichen Arbeiten von Treub und Bower sind die Gattungen sehr nahe gebracht worden und eine engere Zusammengehörigkeit der Gattung *Phylloglossum* mit den Gruppen *Inundata* und *Cernua* der Untergattung *Rhopalostachya* so wahrscheinlich gemacht worden, dass, wenn uns die Ontogenie von *Phylloglossum* vollständig bekannt sein wird, vielleicht eine Gegenüberstellung der *Urostachya* und *Rhopalostachya* incl. *Phylloglossum* nötig sein wird. Da diese Lücke leider noch besteht, so dürfte eine Sonderstellung von *Phylloglossum* des überaus primitiven und eigentümlichen Baues der vegetativen Teile wegen, sehr zweckmäßig sein.

Was die Gliederung der Gattung *Lycopodium* anbetrifft, so sind die kleineren natürlichen Gruppen schon zum größten Teile von Spring richtig erkannt, leider aber nicht ausführlich diagnostiziert worden. Auch aus der Anordnung derselben in seiner Monographie geht hervor, dass er die natürlichen größeren Zusammenhänge geahnt hat. Baker hat dann, zwecks einer leichteren Bestimmung der Arten, diese Anordnung, und zwar vielfach auf Kosten der Natürlichkeit, modifiziert. Dass die hier aufgestellten beiden Untergattungen in der That zwei getrennte natürliche Entwickelungsreihen mit allerdings ähnlichen Differenzierungstendenzen darstellen, scheint aus den folgenden Thatsachen hervorzugehen:

Nur in den undifferenziertesten Formen findet Annäherung der beiden Zweige statt (*L. cruentum*, *inundatum* an den *Selago*-Typus); die Sectionen *Phlegmaria*, *Cernua* und *Clavata*, welche wegen ihrer ähnlichen fortgeschrittenen Differenzierung in sterile Teile und fertile Sporophyllstände nach Baker zusammengehören, zeigen gar keine Annäherungsformen an einander. Dass dagegen die der Section *Phlegmaria* angehörenden Arten nur hoch differenzierte Abkömmlinge der *Selago*-Gruppe sind, geht aus den vielen zweifelhaften Zwischengliedern (*L. varium*, *Billardieri*, *lucidulum* etc.) und überhaupt aus dem ganz allmählichen Übergang hervor, welcher durch die als § 2 *Subselago* zusammengefassten Arten vermittelt wird. Außerdem zeigt sich die Prothalliumgeneration und die embryonale Entwickelung von § *Subselago* und Section *Phlegmaria*, soweit bekannt, als bis in alle Einzelheiten übereinstimmend. Die Scheidung der Section *Selago* in § *Euselago* und § *Subselago* ist mehr aus praktischen Rücksichten beibehalten und auf die eventuelle Abstammung der einzelnen Glieder der letzteren dann hingewiesen worden. Was die Untergattung II anbetrifft, so wird auch hier durch ein außerordentliches Übereinandergreifen der Gruppenmerkmale und durch die vielen Zwischenformen der enge Zusammenhang sehr wahrscheinlich. Die Gruppe *Diphasium* Baker ist ganz aufgelöst worden, da ihre Glieder unzweifelhaft aus sehr verschiedenen Gliedern der drei anderen durch Herausdifferenzierung von zweierlei Blattformen infolge durch kriechende oder kletternde

Lebensweise hervorgerufener Dorsiventralität hervorgegangen sind (*L. carolinianum* aus *inundatum*-ähnlichen, *L. volubile* aus *cernuum*-ähnlichen, *L. complanatum* aus *alpinum*-ähnlichen Formen). Die Section *Cernua* und *Clavata* lassen sich als 2 Entwickelungszweige auffassen, welche in der primitiveren *Inundatum*-Gruppe einen gemeinsamen Ursprung besitzen. Die Sectionen *Clavata* erscheint nur eine weitere Differenzierung des kriechenden *Inundatum*typus, während die aufrechte *Cernua*-Gruppe durch das interessante *L. laterale* mit der Section *Inundata* verbunden wird. In Habitus und Dimensionen der letzteren noch sehr nahe stehend, zeigt es durch den nur an der äußersten Basis etwas liegenden Spross und die Neigung zu mäßiger Verzweigung sich als Übergangsglied zum aufrecht bäumchenartigen Typus der Section *Cernua*. Es ist jedoch auch andererseits nicht ausgeschlossen, dass Angehörige der Section *Cernua* (z. B. *L. obscurum*) aus den kriechenden Formen mit bäumchenartigen aufrechten Ästen (*L. spurium*, *L. fastigiatum* etc.) hervorgegangen sind. Während die *Urostachya* in den Prothallien und der embryonalen Entwickelung eine gewisse Gleichartigkeit und Eigentümlichkeit erkennen lassen, scheint bei den *Rhopalostachya* größerer Formenreichtum zu herrschen, und es wird daher namentlich bei den letzteren eine Erweiterung unserer Kenntnisse nach dieser Richtung hin auch von großem systematischem Werte sein.

Kleines Pflänzchen (bis 5 cm) mit wenigen linearen grundständigen B., wenigen einfachen Würzelchen; meist mit zwei Knollen und einem an einem blattlosen Stielchen befindlichen kopfigen Sporophyllstand (Blüte), unverzweigt (Fig. 362) . . . . 1. **Phylloglossum** Kunze.
Größere Pflanzen ohne Grundblätter und Knollen, mit reichbeblätterten verzweigten Sprossen **2. Lycopodium** L.

1. Phylloglossum Kunze. (*Lycopodium Sanguisorba* Spring.).

Eine Art. *Ph. Drummondii* Kunze. Auf feuchtem Sandboden in Westaustralien, Victoria, auf Tasmanien und Neuseeland. (Vgl. Fig. 362).

2. Lycopodium L.

Untergattung I. *Urostachya* (*Selago* Spring + *Phlegmaria* Baker). Die Verzweigung findet nicht von einer weit durchgehenden Haupt- oder Grundachse aus statt, sondern beruht auf sehr gleichmäßiger Gabelung in zwei mehr oder weniger auf einander senkrechten Ebenen. Die steif aufrechten Arten sind gar nicht oder nur wenige Male (Fig. 372, 375), die zahlreichen hängenden oder teilweis liegenden Arten sind reichlicher gegabelt (Fig. 373, 374, 377). Die Wurzeln treten auch bei den teilweis liegenden Arten nur am äußersten zurückliegenden Punkt, dort aber zugleich in Menge aus dem Stamm hervor (Fig. 372, 375), niemals ist ein an seiner ganzen Basis wurzelndes kriechendes Monopodium vorhanden. Etwa $^1/_5$ der Arten sind aufrecht säulenförmige, wenig gegabelte Erdbodenbewohner, die übrigen sind mehr oder weniger hängende, oft reich gegabelte an Bäumen oder Felswänden lebende Epiphyten, und meist mit einem Fuß von schwammigem Wurzelwerk versehen, z. B. Fig. 373, 374, 376, 377. Die fertilen Sporophylle sind bei ca. der Hälfte der Arten von den anderen B. nicht verschieden, bei vielen sind überhaupt alle B. fertil; weichen die Sporophylle in Form und Größe ab, so besitzen sie meist noch grüne Färbung und sind in der Regel ganzrandig. Sind jedoch besondere Sporophyllformationen vorhanden, so stellen dieselben durch ihre oft fast fadenförmige Schlankheit ausgezeichnete, schwanzartig biegsame, oft mehrfach gegabelte Verlängerungen der unteren sterilen Sprosse dar (vergl. Fig. 377). Niemals sind die Sporophyllstände dick keulenförmig oder mit blattarmen Stielen versehen. Tüpfelsporen ohne netzartige oder stachelige Verdickungen (Fig. 371 *C*, *D*). Blattarme Zonen von erheblicherer Länge nicht vorhanden. Blattmesophyll sehr verschieden gebaut, mit Epithel versehene Schleimgänge niemals vorhanden. Die Rinde der älteren Teile oft mächtig entwickelt und stark sklerenchymatisch, zahlreiche Wurzeln einschließend; Gefäßbündel in diesen Teilen sehr dünn, wenig differenziert, in den jüngeren Sprossen dicker mit unregelmäßig oder sternförmig angeordneten Hydromplatten, nie streng dorsiventral gebaut (vergl. Fig. 365 *A*, *C*). Prothallien, soweit bekannt, vom Typus *Selago* und *Phlegmaria*, Geschlechtsorgane mit Paraphysen, embryonale Entwickelung ohne Protocormbildung.

Sect. I. *Selago* Dillen (als Gattung). Bei den weitaus meisten Arten sind die sterilen und fertilen B. nicht voneinander verschieden; ist dies jedoch der

Fall, (sind die B. überhaupt kurz, so pflegen die fertilen ein wenig breiter zu sein, sind die B. länger (mehr als 1 cm), so sind die fertilen etwas (bis 2 mm) kürzer und im oberen Spreitenteil schmaler, an der Basis verbreitert, häufig stehen die fertilen B. vom Stamm weniger ab als die sterilen), so können bei einigen Arten die fertilen am Ende eine besondere Sporophyllformation darstellen; stets findet jedoch ein ganz allmählicher Übergang in dieselbe von unten her statt, auch ist ihr Gesamtdurchmesser von dem der sterilen nicht oder nur wenig verschieden (vergl. z. B. Fig. 375, 376). Aufrechte, wenig gegabelte Bodenbewohner oder hängende verzweigtere Epiphyten. B. den Stamm oft sehr dicht bedeckend.

§ 1. *Euselago* (im Sinne der Untergattung *Selago* Bakers). Alle B. fertil oder, wenn nur die oberen, so doch von den sterilen nicht in auffälliger Weise verschieden, fertile obere Sprossteile daher auch nicht durch irgendwelche besondere Eigenschaften äußerlich als solche kenntlich (Fig. 372—374).

A. Pfl. ziemlich kräftig, aufrecht oder aufsteigend (Fig. 372), häufig ihre jüngsten Sprossenden überhängend oder kronleuchterartig hängend (Fig. 376), Höhe, resp. Länge und Verzweigung oft nur gering, Gesamtdurchmesser der Sprosse meist über 1 cm. — **Aa.** B. lineal oder länglichlanzettlich, bisweilen auch dreieckig oder eiförmig, flach oder gewölbt, und zwar meist auf dem Rücken, Ränder kaum gerollt. — **Aaα.** B. aufrecht abstehend oder angedrückt, höchstens die untersten senkrecht abstehend, Spitzen nach oben gekrümmt. Stamm meist vollkommen verdeckt. — **AaαI.** B. in 6 oder mehr Geradzeilen. — **AaαII.** Stengel aufrecht, nur in den ältesten Teilen liegend, wenig biegsam. — * B. biegsam, nicht dick oder hart, tiefgrün, trocken glänzend: *L. Selago* L., gewissermaßen der Urtypus der ganzen Gattung, in vielen in einander übergehenden Formen und Varietäten über die ganze Erde verbreitet, nach den Polen zu und auf den Gebirgen bis zur Grenze des Pflanzenwuchses vordringend, in den Tropen nur auf die höchsten Gebirge beschränkt. Die Formen der kalten Gebiete sind klein, gedrungen, rasenbildend und neigen sehr zur Fortpflanzung durch Brutknospen (z. B. var. *adpressum* Desv. in Grönland, Fig. 364, *A*), diejenigen schattiger Wälder der gemäßigten Gegenden schlank und verlängert (var. *laxum* Desv. (Europa), *patens* Desv. (Nordamerika), *suberectum* Lowe (Madeira) etc. schmal- und spitzblättrig die Formen der Gebirge Japans und Nordchinas (*L. chinense* Christ); ganz eigentümliche, sehr kurzblättrige, rötliche Abarten besitzen die Sandwichinseln (*L. Haleakalae* Brack. und *L. erubescens* Brack.); einen Übergang zu den folgenden Arten vermittelt die var. *saururoides* Bory et Durv. auf Ascension und im antarktischen Gebiet. — ** B. wenig biegsam, hart, oft auch dick, rot oder hellgrün. Hierher das säulenförmige kräftige 1,5—2 cm im Durchmesser) *L. saururus* Lam. (Fig. 372) (im aufrechten Teil meist unverzweigt,B. auf dem Rücken stark gewölbt) von eigentümlicher Verbreitung: Gemäßigte Teile und höhere Regionen der ganzen Anden, Argentinien, Juan Fernandez, Kerguelen, St. Helena, Tristan d'Acunha, Mascarenen, auf dem afrikanischen Kontinent auf dem Kamerungebirge, im ostafrikanischen Seengebiete (Ruwenzori), und im Kapland. — Als Verwandte des *L. saururus* Lam. und *L. Selago* L. sind eine Reihe von südamerikanischen, durch ihre rote Farbe ausgezeichneten Arten bemerkenswert: † B. eiförmig, stumpf, aufrechte Stengel

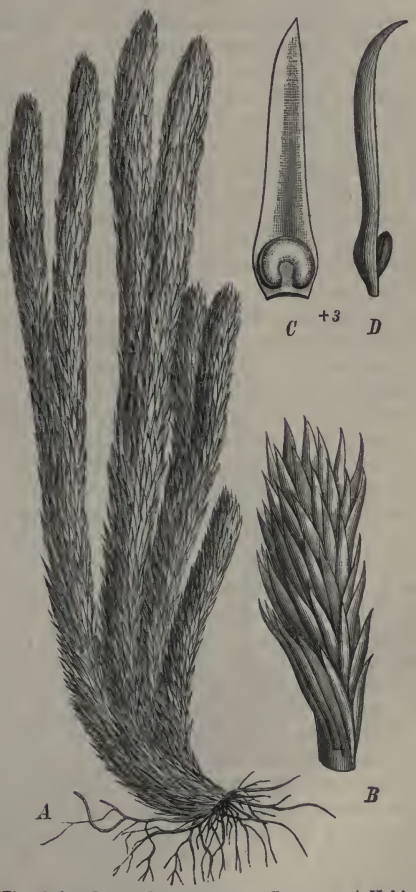


Fig. 372. *Lycopodium saururus* Lam. — *A* Habitusbild ($^1/_3$). — *B* Zweigstück in nat. Gr. — *C* Sporophyll von oben (innen). — *D* Sporophyll von der Seite. — *C* und *D* etwa 3mal vergr. (Original.)

kurz und dick. *L. compactum* Spring, an der Schneegrenze auf den Anden Columbiens und Ecuadors. — †† B. lanzettlich oder linear, spitz. — △ Mittelrippe deutlich auf dem Rücken. — ○ Blattränder mit Cilien Pfl. bis 30 cm und höher. *L. affine* Hook. et Grev. mit ca. 7 mm langen, scharf gekielten B., auf den Anden Ecuadors, *L. Pearcei* Baker, mit kleineren linearen, ungekielten B. auf den bolivianischen Anden. — ○○ Blattränder ohne Cilien doch oft mit kurzen Zähnchen, B. länglich dreieckig, gekielt, Pfl. klein: *L. polycladum* Sodiro, höchste Anden Ecuadors. Wahrscheinlich gehört hierher das robustere *L. Rimbachii* Sodiro mit (der Beschreibung nach) lang gestielten Sporangien, in Ecuador. — △△ Mittelrippe undeutlich, Rücken stark convex. — ○ Andine Arten: *L. attenuatum* Spring auf den höchsten Anden von Columbien bis Peru, *L. erythraeum* Spring und *L. Jamesoni* Baker an der Schneegrenze in Ecuador, letzteres durch stark gewimperte Blattränder ausgezeichnet, alle drei sich und dem *L. Saururus* Lam. sehr nahe stehend. — ○○ in den Gebirgen Centralbrasiliens: *L. rubrum* Cham., intensiv rot, B. meist 6zeilig in alternierenden 3gliedrigen Quirlen, sehr spitz, angedrückt. — **Aaα**I2. Stengel zum Teil hängend. Hierher gehören einige robustere Formen aus dem Verwandtschafstkreis des *L. taxifoliam* Sw. (vergl. Bbβ.). — **Aaα**II. B. in 4 Geradzeilen, dick, gekielt, angedrückt, Sprosse vierkantig: *L. tetragonum* Hook. et Grev. verwandtschaftlich nicht hierher gehörig (siehe **Baα.**). — **Aaβ.** B. (von den Sprossenden abgesehen) senkrecht abstehend oder zurückgeschlagen oder die Blattspitzen nach unten gekrümmt. Stengel meist sehr unvollkommen verdeckt. — **Aaβ**I. B. kurz (bis 4 mm), dreieckig eiförmig, mit stumpfer Spitze, dick und fest, Mittelnerv und Ränder etwas geschwollen, St. sehr dick im Verhältnis zu den B., ganze Pfl. dunkelpurpurn überlaufen: *L. rufescens* Hook. in der alpinen Region der Anden von Columbien bis Peru, dem *L. compactum* Spring nahe stehend (Fig. 368, *A*). — **Aaβ**II. B. schmal, viel länger als breit. — **Aaβ**III. B. stumpf (1—1,5 cm lang) schmal zungenförmig, lederig: *L. Hamiltonii* Spring., an den Abhängen des Himalaya und in den Gebirgen des südlichen Vorderindien, variierend; B. bisweilen mit fast herzförmiger Basis und bis 3 mm breit; die var. *petiolatum* Clarke mit nach oben und unten allmählich verschmälerten B., *L. vernicosum* Hook. et Grev. ist eine kleinere Form mit dichten, kleineren unten zurückgeschlagenen B. — **Aaβ**II2. B. schmal zugespitzt. — * B. nach der Basis allmählich verschmälert, oft kurz gestielt, St. bis 15 cm hoch. — † B. gesägt: *L. serratum* Thbg. in den gebirgigen Teilen des ganzen Monsungebietes, in Vorderindien, auch auf den Gebirgen des nördlichen China und Japan. Sehr variabel, B. bis 3 cm × 0,5 cm. Durch dichtere und kleinere B. sind die dem *L. lucidulum* Michx. sich nähernden Formen der Sandwichinseln und Mexikos ausgezeichnet. — †† B. ganzrandig, bis 1,5 cm lang: *L. xiphophyllum* Baker im Innern Madagaskars, der vorigen Art sehr nahe stehend. — ** B. nach unten nicht verschmälert, ungestielt, Stengel oft länger als 15 cm. — △ B. nadelartig, dick und hart (jedoch nicht stehend) bis 1,5 cm lang, Pfl. kräftig, bis 30 cm: *L. cryptomerinum* Maxim. vom Habitus eines Cryptomeriazweiges; in den Gebirgen Japans. — △△ B. zwar fest, jedoch biegsam, Pfl. oft schwächlich und gekrümmt. — ⊙ B. bis 10 mm lang und 1,5 mm breit, sehr schmal zugespitzt, meist bogig abwärts gekrümmt. — ╳ B. den nicht auffällig gefärbten St. reichlich bedeckend: *L. reflexum* Lam. (Fig. 368, *C*) in den gebirgigen Teilen des ganzen tropischen Amerika, auch von Madagaskar, Java und Sumatra angegeben, sehr variierend; die typische Form pflegt in den älteren Teilen zu liegen und nicht über 0,8 cm dick zu sein. Die hängende Abart *L. intermedium* Spring (vorzugsweise in Brasilien) ist oft reichlicher gegabelt und hat noch schmalere (1 mm) B. Kräftige aufrechte, über 1 cm starke und sehr dichte längere B. haben die Varietäten *densifolium* Bak. und *rigidum* Gmel., letzteres in Westindien. — ╳╳ Stengel nur oben verdeckt, ziegelrot, Pfl. wenig gegabelt, ziemlich aufrecht bis 20 cm: *L. miniatum* Spring, in der alpinen Region des Pangarango auf Java. — ⊙⊙ B. meist über 10 mm lang und 1,5 mm breit, kürzer zugespitzt, meist nicht mit bogig gekrümmter Spreite. — ╳ St. zum Teil liegend, bogig, geradaufrechter Teil kaum über 15 cm, St. (ohne B.) nicht über 2 mm dick. B. mäßig dicht, gesägt: *L. lucidulum* Michx. in schattigen Wäldern des atlantischen Nordamerika, in den gebirgigen Teilen von Japan, Centralchina und im östlichen Himalaya; variiert mit sehr schmalen B. und kleinerem Wuchs: var. *tenue* E. Pritzel in China (Prov. Hupeh). Die Sporophylle bleiben bisweilen sehr klein und bilden einen Complex, an dessen Spitze ein Schopf von sterilen längeren B. steht (besonders in Asien). Eine sandsteinliebende sich *L. Selago* L. nähernde Form ist *L. porophilum* Underwood in Nordamerika. Gleichfalls wohl nur eine schmächtigere Varietät ist *L. ceylanicum* Spring. auf den Gebirgen Ceylons. — ╳╳ St. fast völlig gerade, kantig (meist über 2 mm dick), bis 30 cm lang, kräftig, B. dicht. Hierher das säulenförmige (angeblich hängende) *L. firmum* Mett. (Mittelrippe deutlich) in den columbischen und peruanischen Anden und den Gebirgen Brasiliens. — *L. myrtuosum* Spring mit dicken B. ohne deutliche Mittel-

rippe, kräftig aufrechten, oft über 2 cm dicken Sprossen, in den Anden Columbiens bis 4000 m. — **Ab.** B. linear pfriemlich, oft über 1 cm lang, Blattränder (mindestens in der

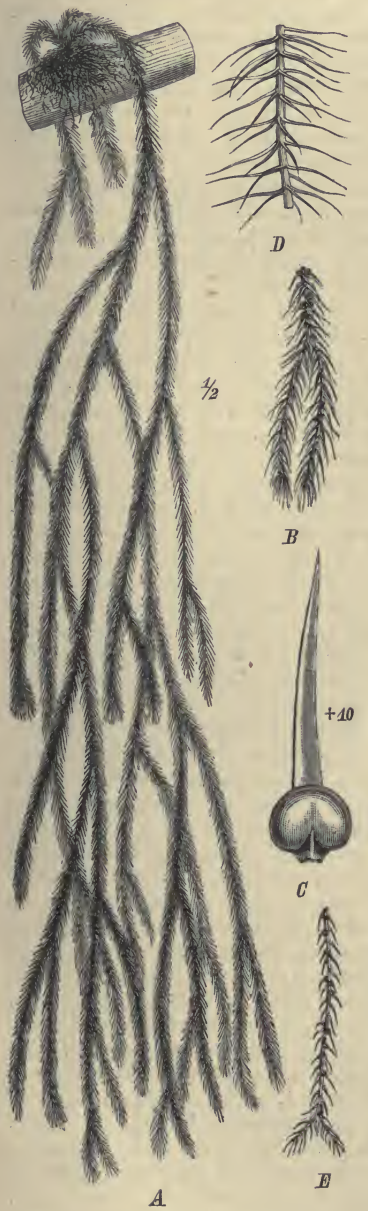


Fig. 373. *Lycopodium verticillatum* L. — *A* Habitusbild der ganzen Pflanze (forma typica) 1/2. — *B* Zweigende (forma typica), in nat. Gr. — *C* Sporophyll der forma typica, von oben (innen), 10 mal vergr. — *D* Stengelstück der langblätterigen ostasiatischen Form, in nat. Gr. — *E* Stengelstück der var. *filiforme* Sw. in nat. Gr. (Alles Original.)

Fig. 374. *Lycopodium linifolium* L. — *A* Habitusbild der ganzen Pflanze, etwa 1/2. — *B* Stengelstück, in nat. Gr. — *C* Endstück eines Zweiges, in nat. Gr. — *D* Sporophyll, von oben (innen), etwa 4 mal vergr. (Original.)

oberen Spreitenhälfte) stark gerollt. — **Abα.** Basis der B. (mindestens der sterilen) nicht verbreitert. Sehr robustes Gewächs, oft ganz aufrecht, St. bis 5 mm dick, Gesamtdurchmesser bis 4 cm und darüber. Der überall sichtbare cylindrische St. oft rot gefärbt: *L. dichotomum* Jacq. im ganzen tropischen Amerika, in den Anden bis 3500 m. — **Abβ.** Basis der B. verbreitert. — **AbβI.** Stengel dick, aufrecht, rot, von den pfriemlichen B. nicht bedeckt. *L. mandioccanum* Raddi, wohl nur eine Varietät der vorigen, von derselben Verbreitung (Fig. 368, *B*). — **AbβII.** Stengel von den B. größtenteils verdeckt. — **AbβII1.** B. weich, nicht stechend, Stengel biegsam: *L. hippuris* Desv. hängender Epiphyt oder aufrecht auf dem Waldboden, variierend, typisch aus Java, Neuguinea, Samoa bekannt, ein Zwischenglied zwischen den Formenkreisen des *L. Selago* L. und des differenzierteren *L. squarrosum* Forst. (§ 2 *Subselago*) darstellend, mit beiden durch Mittelformen verbunden (vergl. unter § 2 **BbβII1**). Andererseits gehören hierhin auch kräftigere Abarten des *L. verticillatum* L. (Fig. 373, *D* unter **BbαI.**), welche den Übergang von diesem zu *L. hippuris* Desv. vermitteln. — **AbβII2.** B. hart, stechend. Pfl. robust, aufrecht, äußerst dicht beblättert, B. aufrecht abstehend, ca. 1,5 cm lang: *L. Holstii* Hieron. in Deutsch Ostafrika, ein Zwischentypus zwischen *L. saururus* Lam. und dem *L. dacrydioides* Baker (§ 2 *Subselago*).

B. Stengel dünn und im reifen Zustande (sporenstreuend) fast die ganze Pfl. senkrecht schlaff herabhängend (Fig. 373, 374). Länge und Verzweigung oft reichlich, Gesamtdurchmesser häufiger unter 1 cm. — **Ba.** B. (die sterilen) höchstens doppelt so lang als breit, eiförmig oder breit lanzettlich, klein (bis 4 mm), fest, dem Stengel meist angepresst, Sprosse bindfadenstark (bis 3 mm). — **Baα.** B. vierzeilig, Sprosse vierkantig, südamerikanische Arten. Hierher *L. fontinaloides* Spring. mit sehr kleinen (bis 2 mm) nicht deckenden, oft rötlichen B. in den Gebirgen Brasiliens, und *L. Myrsinites* Lam. mit sich deckenden, 3—5 mm langen B., ebendaselbst, nach Spring auch in Peru, Columbien und in Westindien. Hierhin gehört verwandtschaftlich auch *L. tetragonum* Hook. et Grev. mit rötlichen kürzeren und oft aufrechten Sprossen, auf den höchsten Andenketten von Columbien bis Bolivia bis zu 4000 m. — **Baβ.** B. in mehr als 4 Zeilen: *L. Sieboldii* Miq., in den Gebirgen Japans mit cylindrischen dünnen Sprossen und kleinen (2 mm), nicht dachigen, lanzettlichen B. — **Bb.** B. (die sterilen) mehr als doppelt so lang als breit, lanzettlich oder linear, sonst sehr verschieden. — **Bbα.** B. linear, pfriemlich, bisweilen sehr wenig dicht, zart (*L. funiforme* Cham. ausgenommen). — **BbαI.** B. kürzer als 1 cm, meist den St. völlig verdeckend, häufig gekrümmt. — **BbαII1.** Blattrand ohne kammförmig gestellte Fortsätze. Hierher der umfangreiche Formenkreis des *L. verticillatum* L. Das typische *L. verticillatum* L. (Fig. 373, *A*, *B*) mit dichten, oft haarförmig dünnen, gebogenen, schräg aufrechten B. besitzt eine große Verbreitung in der ganzen Tropenzone, steigt bei Quito über 3000 m, ist aus Ostafrika (Nyassaland, Natal, Mascarenen), Neuguinea und Polynesien bekannt. Wohl nur als Varietäten zu bezeichnen sind Arten mit reducierteren anliegenden B. und daher dünn bindfadenartigen Sprossen: *L. filiforme* Sw. (Fig. 373, *E*) und *L. tenue* H.B.K. in Columbien, Peru und Brasilien. Dasselbe gilt von dem ebenfalls nur bindfadenstarken *L. polytrichoides* Kaulf. der Sandwichinseln, dessen Sporophylle erheblich kleiner und breiter sind als die sterilen B., und deutliche Blüten bilden können. Im Gegensatz zu den vorigen hat nach unten gerollte Blattränder das im übrigen recht ähnliche *L. mollicomum* Mart. im ganzen tropischen Central- und Südamerika. Kaum verschieden und von Spring mit dieser Art vereinigt wird *L. setaceum* Hamilt. in Sikkim, den Gebirgen des südlichen Vorderindien, Ceylons, Borneos und Javas, dessen Blattspitze in der Regel nicht so lang ausgezogen ist. — Von *L. verticillatum* L. ebenfalls abzuleiten ist *L. funiforme* Cham. mit charakteristischen ca. 6 mm dicken, sehr langen, seilartigen Sprossen und äußerst dichten, anliegenden, sich deckenden (ca. 6 mm langen) B. in ganz Westindien und Guiana. — **BbαI2.** Blattrand mit kammförmig stehenden, sparrigen, cilienartigen Fortsätzen: *L. pecten* Baker in Central-Madagaskar. Auch diese merkwürdige Art scheint dem *L. verticillatum* L. nahe zu stehen. — **BbαII.** B. länger als 1 cm, den St. nicht verdeckend, zart, St. oft rot gefärbt, äußerst schlaff: *L. linifolium* L. (B. bis 2,5 cm lang und 3 mm breit) im ganzen tropischen Amerika, in den Anden bis 3500 m (Fig. 374). — Einen Übergang zu *L. verticillatum* L. vermittelt *L. sarmentosum* Spring. mit äußerst dünnen Stengeln und pfriemlichen, bis 1,5 cm langen B., in den äquatorialen Anden und Guiana. Eine fein haarartige Varietät desselben ist var. *capillare* Sodiro. — **Bbβ.** B. lanzettlich, dicht, meist derb, oft hart. — Hierher der tropisch amerikanische Formenkreis des *L. taxifolium* Sw. Die im ganzen tropischen Amerika verbreitete Art hat aufrecht abstehende, ziemlich dichte, 1—1,5 cm lange, feste B. mit unterseits hervortretenden Nerven und im Gesamtdurchmesser 1,5—2,5 cm dicke Sprosse, ist aber recht variabel. — Schlanker und mit weniger dichten, zarten, an der Basis ver-

breiterten B. versehen ist das nahestehende und ebenso verbreitete *L. passerinoides* H. B. K. — Von ähnlichem Habitus wie das letztere, jedoch hartblättrig ist *L. Brongniartii* Spring in Panama, den Gebirgen Columbiens und Perus bis 2500 m. — *L. Picardae* Christ, gleichfalls schlank, hat harte, angedrückte, etwas breitere (2 mm) B. Eine robuste, oft aufrechte Verwandte mit (der Beschreibung nach) festen, dichtdachigen, angedrückten B. ohne distinkte Mittelrippe ist *L. Hartwegianum* Spring in den Anden von Columbien und Ecuador. — Der Beschreibung nach schließt sich hier auch das merkwürdige *L. Trencilla* Sodiro von der Schneegrenze Ecuadors an; es hat äußerst dicke (bis 1,5 cm) Stengel und dachige, bis 1,5 cm lange, harte, oft rötlich gefärbte B. mit stark herablaufender Basis. Es ist völlig unverzweigt und wird 60 cm lang. — *L. Macgregori* Bak. aus Neuguinea, der Beschreibung nach hierher passend, gehört nach dem Autor in die Verwandtschaft von *L. linifolium* L.

§ 2. *Subselago* (im Sinne Baker's). Nur die oberen Sprossteile fertil, die B. derselben von den unteren etwas verschieden. Die Basis der fertilen B. ist im Gegensatz zu derjenigen der sterilen breiter und nach unten bauchartig gewölbt (Fig. 375, *D*, *E*, 376, *E*, *F*), auch sind sie etwas kürzer als die letzteren; sind die B. daher überhaupt kurz, so erscheinen die fertilen etwas kürzer, breiter und gewölbter (Fig. 375), sind die B. länger (als 1 cm) so sind die fertilen außer durch eine geringere Länge durch eine Verschmälerung des äußerlich sichtbaren, eine Verbreiterung des untersten Spreitenteils von den sterilen B. verschieden (Fig. 376). Die oberen fertilen Teile sind daher äußerlich leicht als solche kenntlich, besonders wenn die fertilen B. nicht so sehr vom Stengel abstehen, wie die sterilen, und dadurch der Gesamtdurchmesser verringert wird. Der Übergang ist stets ein sehr allmählicher.

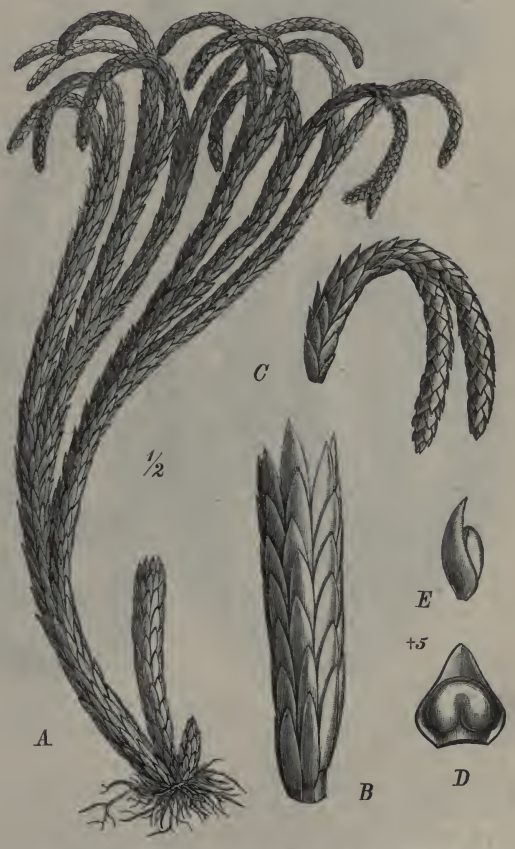


Fig. 375. *Lycopodium strictum* Bak. — *A* Habitusbild der ganzen Pflanze (1/2). — *B* Stengelstück in nat. Gr. — *C* Sporophyllähren, in nat. Gr. — *D* Sporophyll von oben (innen). — *E* Sporophyll, von der Seite. — *D* und *E* etwa 5 mal vergr. (Alles Original.)

A. B. linear pfriemlich (wenigstens die sterilen), dünn, 2—3 mm lang, angedrückt, Sprosse fadenförmig (1—2 mm stark: *L. polytrichoides* Kaulf., auf den Sandwichinseln, dem *L. verticillatum* L. sehr nahe stehend (vergl. unter § *Euselago* **BbαII.**).

B. B. breiter, länger, fester, oft abstehend, Sprosse dicker als 2 mm. — **Ba.** B. stumpf, eiförmig oder länglich, aufrecht abstehend, mit gewölbtem Rücken, ohne scharfen Kiel, sehr fest, bis 1,5 cm lang. — **Baα.** Sprosse lang von den Bäumen herabhängend, B. den Stengel nicht verdeckend: *L. gnidioides* L., in den gebirgigen Teilen des Kaplandes, in Natal, auf Madagaskar, den Mascarenen und Comoren. — **Baβ.** Steif aufrechte, oft hellgrüne, 1 bis 3 mal gegabelte, harte Pfl. mit dachigen B., Sporophyllstände halbkreisförmig nach unten gekrümmt: *L. strictum* Bak. (Fig. 375), auf Madagaskar und im Pondoland, zur vorigen Art Übergänge zeigend. — **Bb.** B. spitz, sonst verschieden. — **Bbα.** B. sehr scharf gekielt (besonders die oberen), fest, aufrecht, Pfl. senkrecht schlaff herabhängend (bis meterlang). — **BbαI.** Obere B. abstehend: *L. Lindenii* Spring in den Anden von Columbien und Ecuador bis 4000 m (vergl. auch *L. echinatum* Spring weiter unten). — **BbαII.** Obere B. meist angedrückt, alte Welt: Formenkreis des *L. carinatum* Desv.: — **BbαII1.** Obere Sprosse

cylindrisch, bis 3 mm dick, B. sich sämtlich deckend, 3—5 mm lang: *L. cancellatum* Spring, in Bhutan. — **BbαII2.** Obere Sprosse 4 bis 8eckig, bis 7 mm dick, untere B. den Stamm oft nicht bedeckend: *L. carinatum* Desv. im ganzen Monsungebiet. Wohl nur eine kräftigere Varietät mit bis 2 cm langen B. und meist nur 4kantigen Ähren ist *L. Sarasinorum* Christ auf Celebes. Man vergl. hier auch einige Arten der Section II, so *L. varium* R. Br. und *L. Billardieri* Spring, deren Sporophylle oft ziemlich groß sind, und die überhaupt mit *L. carinatum* Desv. durch Übergangsformen verbunden zu sein scheinen. — **Bbβ.** B. nicht oder schwach gekielt, über 1 cm lang, sonst verschieden, Pfl. kräftig, kronleuchterartig hängend oder aufrecht. — **BbβI.** Sterile B. meist senkrecht abstehend, von gewöhnlicher Textur,

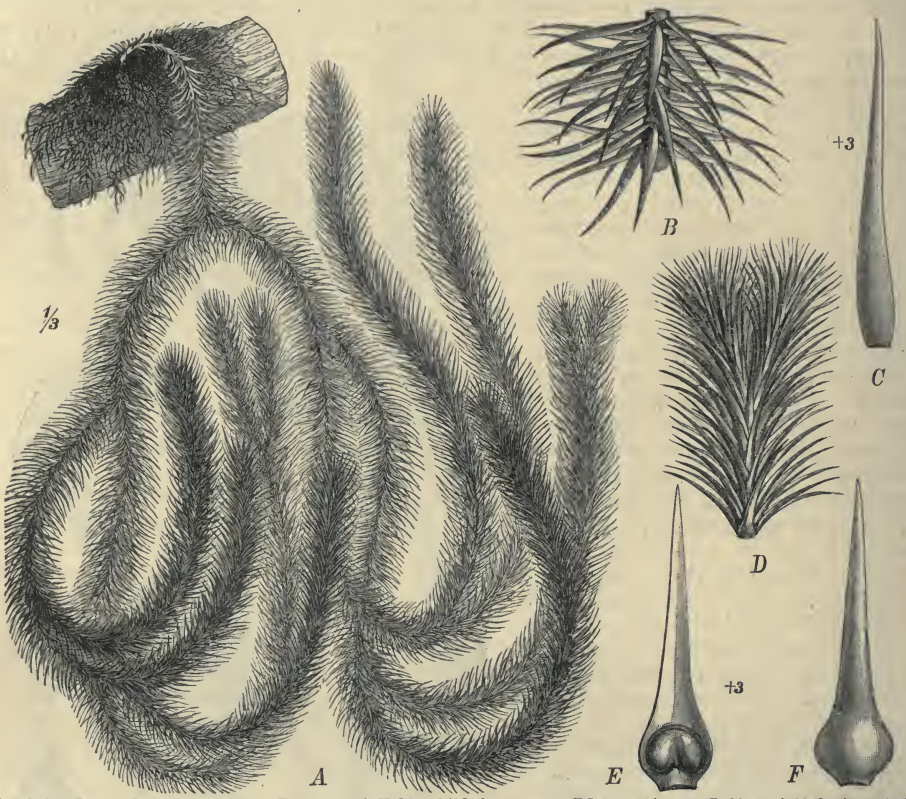


Fig. 376. *Lycopodium squarrosum* Forst. — *A* Habitusbild der ganzen Pflanze (1/3). — *B* Stengelstück, in nat. Gr. — *C* steriles B., 3mal vergr. — *D* Zweigende (fertile Region) in nat. Gr. — *E* Sporophyll, von oben (innen), *F* von unten (außen), 3mal vergr. (Alles Original.)

grün, nicht stechend. Engerer Formenkreis des *L. squarrosum* Forst. mit in einander übergehenden Arten: — **BbβI1.** B. meist flach, nicht mit einem Kiel herablaufend, fertile Teile stark schwanzartig verlängert, fertile B. oft (oben) bedeutend kürzer als die sterilen, *L. squarrosum* Forst. (im Sinne Spring's, nicht Baker's) im ganzen Monsungebiet verbreitet, häufig wie die folgenden als *L. hippuris* Desv. bezeichnet, mit demselben zweifellos verwandt. — **BbβI2.** Blattränder mehr oder weniger ein- oder umgerollt, kielartig herablaufend, fertile Teile kaum schwanzartig biegsam. *L. ulicifolium* Vent. und *L. epicaefolium* Desv., das letztere durch den tiefgefurchten herablaufenden Kiel ausgezeichnet, beide aber kaum zu trennen. Beide scheinen im Monsungebiete mehr auf Vorderindien beschränkt zu sein, sind aber charakteristisch für das malagassische Gebiet, in welchem die vorige Art zu fehlen scheint; unverzweigte Sprosse mit kurzen dreieckigen, senkrecht abstehenden spitzen B. hat *L. Lauterbachii* E. Pritzel vom Ramufluss in Deutsch Neuguinea. — Vielleicht gehört auch *L. Fordii* Bak. (Lo-fauberge bei Kanton) mit kürzeren, aufrechten Stengeln und kleineren B. hierher. — **BbβII.** Sterile B. meist aufrecht abstehend, oft hart und stechend, häufig bleich

oder rötlich. — **Bbβ III1.** Gesamtdurchmesser bis ca. 1,5 cm *L. dacrydioides* Baker in Süd- und Centralafrika, bis 1 m lang, mit oft sehr spitzen, harten B. Verwandtschaftlich gehört hierher auch *L. Holstii* Hieron. mit starren, sehr schmalen B., aufrechtem Wuchs und ohne abweichend gestaltete Sporophylle (Ostafrika) (vgl. oben unter § *Euselago* Abβ II2). — **Bbβ II2.** Gesamtdurchmesser über 2 cm. Hierher (der Beschreibung nach) das äußerst kräftige graugrüne *L. Dalhousieanum* Spring mit bis 30 cm langen Blüten, in den Gebirgen Malakkas und Borneos. — Auch einige mit abweichend gestalteten Sporophyllen ausgezeichnete Abkömmlinge des *L. taxifolium* Sw. (vgl. oben unter *Euselago*) gehören hierher, so *L. echinatum* Spring. (bis 1 m lang) mit sehr dicken, bleichgrünen B. und oft scharf gekielten Sporophyllen, in den Anden Columbiens.

Sect. II. *Phlegmaria* Baker. Stets besondere Sporophyllformationen oder Blüten vorhanden, dieselben sind nicht selten gegabelt und durch ihre auffallende, bisweilen fast fadenförmige Schlankheit ausgezeichnet (Fig. 377). Sporophylle sehr von den sterilen B. verschieden, ganz bedeutend kleiner, meist breit eiförmig, ungezähnt, grün oder bräunlich, die Sporangien oft nur sehr knapp bedeckend, häufig sogar kürzer als dieselben. Bogenförmig überhängende, d. h. in ihren älteren Teilen kräftig aufrechte, oder völlig schlaff herabhängende Epiphyten. B. wenig dicht, häufig senkrecht abstehend und den Stamm nur unvollkommen bedeckend. Tropen der alten Welt, einige im tropischen Amerika.

A. B. höchstens doppelt so lang als breit, mit abgerundeter Spitze oder überhaupt ohne solche. — **Aa.** Stamm im unteren Teile kräftig, knochenhart, 0,5 cm und dicker, 5—10 cm steif aufrecht, B. nach oben ganz allmählich in die Sporophylle übergehend, grau, lederartig, oft kreisförmig: *L. obtusifolium* Sw. und das wohl nur als Varietät anzusehende *L. pachyphyllum* Kuhn mit größeren (bis 1 cm im Durchmesser) B. und nicht so spreizenden Gabeln in Madagaskar und auf Mauritius. — **Ab.** Stamm auch unten nicht dicker als 2 mm. Übergangszone zu den Sporophyllen kaum über 1 cm lang. — **Abα.** B. kreisförmig, grün, gegenständig in zwei abwechselnden, sich unter spitzem Winkel schneidenden Ebenen, Sprosse daher flach: *L. nummularifolium* Blume, auf Malakka und allen malaischen Inseln, bis zu den Molukken verbreitete distinkte Art. — **Abβ.** B. länglich eiförmig. — **Abβ I.** Sporophylle das Sporangium oft nur knapp bedeckend, ungekielt: *L. phlegmariodes* Gaud. mit dünnen, bis 10 cm langen und 1 mm dicken Ähren (am Original), dunkelgrünen dicken, eiförmig stumpf zugespitzten B. auf den Molukken (Rawak), *L. pseudophlegmaria* Kuhn ist von der vorigen durch breitere B., kürzere dickere Blüten und häufig durch graugrüne Färbung verschieden, auf den Samoa- und Fidschiinseln. Von letzteren ist auch eine zartere Varietät (v. *Seemannii* Baker) mit dünneren, kleineren B. bekannt. — **Abβ II.** Sporophylle bis doppelt so lang als das Sporangium, gekielt. Hierher gehört eine amerikanische Gruppe von Formen: das kräftigere *L. aqualupianum* Spring mit eiförmig rundlichen, bis 6 mm langen B. und 1—2 mm dicken Blüten in Westindien, Guatemala, Columbien und Guiana, und das äußerst zarte *L. callitrichifolium* Mett. mit fadenförmigen Stengeln und Ähren und durchsichtigen rundlichen, nach der Basis verschmälerten B. (3 mm lang) auf den Anden von Columbien und Ecuador bis 3000 m steigend; beide Arten neigen zur Rotfärbung der Stengel und sind durch direkte Übergangsformen verbunden.

B. B. meist über doppelt so lang als breit, spitz. — **Ba.** Sprosse sich allmählich in die Sporophyllähren verjüngend. (B. dick und fest, blassgrün gefärbt, St. hart.) — **Baα.** B. wenig dicht, senkrecht abstehend, dick, bis 2 cm lang und 5—7 mm breit: *L. robustum* Klotzsch in brit. Guiana, eine kräftige, fast ganz aufrechte Species mit unten bis 1 cm dickem Stamm. — **Baβ.** B. dichter, meist kleiner und anliegender, Pfl. blassgrün. Hierher der Formenkreis der sich nahe stehenden *L. Billardieri* Spring und *L. varium* R. Br. in Süd- und Westaustralien, Tasmanien, Neuseeland und angeblich auch auf Tahiti und den Sandwichinseln. Die letztere Art ist gedrungener, kürzer (30 cm), hat breitere B. und dickere Blüten als das sehr schlanke, bis 1 m lange, linearblättrige *L. Billardieri* Spring; als *L. flagellum* R. Br. wird eine kleinblättrige (3 mm) Varietät des letzteren bezeichnet. — **Bb.** Blüte ziemlich scharf abgesetzt. (B. oft dünn und tiefer grün.) — **Bbα.** Blüten ziemlich dick (3 mm und dicker) meist nur wenig verzweigt. Gabeläste derselben mehr oder weniger an einander ligend, nicht spreizend oder vielfach gekrümmt; Pflanzen oft recht robust. — **Bbα I.** B. klein (bis 0,5 cm) aufrecht abstehend, sehr dicht, *L. Vrieseanum* Spring ca. 15 cm hohe, fast aufrechte Art, mit scharf gekielten Sporophyllen in den Gebirgen Javas, anscheinend sehr selten. — **Bbα II.** B. senkrecht abstehend oder zurückgeschlagen, über 0,5 cm lang. Hierher das groß-, dick- und (bis 2 cm × 1 cm) stechend spitzblättrige, sehr kräftige *L. phyllanthum* Hook. et Arn. mit 2 bis 3 mal gegabelten (2—3 mm) dicken Ähren und deut-

ich gekielten Sporophyllen, verbreitet namentlich in Vorderindien, in wenig abweichenden Formen jedoch auch von Borneo, Java, Samoa, Tahiti und den Sandwichinseln bekannt; die Form der Philippinen hat schmälere, auch trocken noch grüne B. *L. nutans* Bracken., oft nur als Varietät des vorigen betrachtet, ist u. a. durch die kurzen, einfachen Blüten mit schmallanzettlichen Sporophyllen von etwa der doppelten Länge der Sporangien ausgezeichnet, bis jetzt von den Sandwichinseln, Neucaledonien und angeblich auch aus Madagaskar bekannt. Hierher gehört auch *L. Hellwigii* Warb. vom Finisterregebirge (Deutsch Neuguinea) mit schmal lanzettlichen (bis 4 cm) B. und stets nur einem Paar sitzender, dicker Sporangienähren. Auch das aufrechte *L. megastachyum* Baker mit dichten zurückgeschlagenen B. aus

Fig. 377. *Lycopodium phlegmaria* L. — *A* Habitusbild der ganzen Pflanze (1/3). — *B* Zweigende in nat. Gr. — *C* steriles Blatt, etwas vergr. — *D* Sporophyll, von außen (unten), vergr. — *E* Sporophyll, von innen (oben), vergr. (Alles Original.)

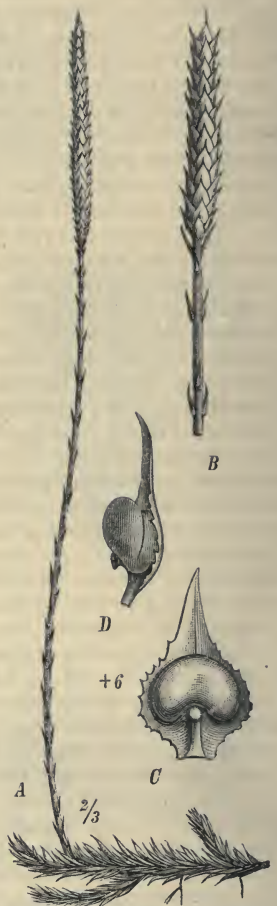


Fig. 378. *Lycopodium carolinianum* L. — *A* Habitusbild, etwa (2/3). — *B* Sporophyllähre, nat. Gr. — *C* Sporophyll, von innen (oben), 6mal vergr. — *D* desgl. von der Seite, 6mal vergr. (Alles Original.)

Centralmadagaskar gehört der Beschreibung nach hierher. *L. Hartii* Wawra (Ilheos, Brasilien), mir unbekannt, dürfte, soweit sich dies aus der unvollständigen Beschreibung ersehen lässt, hier anzuschließen sein. — **Bbβ.** Ähren dünn (dünner als 3 mm), nicht selten vielfach gekrümmt, Gabeln meist spreizend. — **BbβI.** Sporophylle deutlich gekielt, St. und B. meist sehr schlaff und zart. Hierher der Formenkreis des *L. subulatum* Desv. im ganzen tropischen Amerika bis 4000 m hoch steigend. Auch hier zeigt sich die Neigung zur Rötung des Stengels, besonders an dem kleinen (10 cm) sehr zerstreut und zartblättrigen *L. erythrocaulon*

Fée in Brasilien; Formen mit pfriemlichen B. und langen dünnen Blüten (var. *pastoensis* Baker) und andererseits solche mit dreieckig lanzettlichen B. und sehr kurzen (5 cm) Blüten (*L. phylicifolium* Desv.) sind durch viele Übergänge verbunden und namentlich aus Ecuador und Columbien bekannt. — **Bbβ II.** Sporophylle ungekielt, St. wenn auch nicht immer dick, so doch oft fest und hart, B. nicht schlaff. — **Bbβ III 1.** B. schmal elliptisch, nach oben und unten gleichmäßig verschmälert, aufrecht abstehend: *L. ophioglossoides* Lam. von den Comoren, Bourbon, Fernando Po und dem Kamerungebirge bekannt. — **Bbβ II 2.** B. im unteren Teile verbreitert, meist senkrecht abstehend. Hierhin der engere Verwandtschaftskreis des *L. phlegmaria* L., zu dem auch das oben erwähnte *L. phlegmarioides* Gaud. und *L. pseudophlegmaria* Kuhn gehören dürfte. Das typische *L. phlegmaria* L. (Fig. 377) zeichnet sich durch eiförmig lanzettliche, an der Basis rundliche, feste B. und häufig durch ein fast sitzendes Doppelpaar (bis 2 mm dick) Blüten aus und ist im ganzen paläotropischen Gebiet verbreitet. Als *L. filiforme* Roxb. bezeichnet man Formen mit auffallend gestreckteren Internodien, kürzeren (8—11 mm) an der Basis oft rundlich herzförmigen B. und fadenförmigen Blüten, im ganzen Monsungebiet. Auf die großen Sundainseln und Neuguinea beschränkt ist *L. pinifolium* Blume mit schmal lanzettlichen (ca. 10 mm × 1,5 mm) dichten B. und eiförmigen, spitzen, die Sporangien bedeutend überragenden Sporophyllen. Dem letzteren sehen auch die Formen aus Ostaustralien, Neucaledonien und Neuseeland der schmalen B. wegen sehr ähnlich (als *L. mirabile* Willd. bezeichnet). *L. coralium* Spring und *L. apiculatum* Spring im malaisch-polynesischen Gebiet sind schwerlich als mehr als leichte Varietäten von *L. phlegmaria* L. aufzufassen.

Untergattung II. *Rhopalostachya* (*Amentacea* Spring excl. *Phlegmaria* Baker). — Die Verzweigung findet von einer mehr oder weniger weit durchgehenden Hauptachse aus statt, ist also nur in den jüngsten Teilen gabelig, im übrigen (rein äußerlich betrachtet) als monopodial zu bezeichnen (Fig. 378 bis 380). Die aufrechten Arten sind reichlich strauchig verzweigt (Fig. 379), die liegenden besitzen eine kriechende, an der ganzen Basis wurzelnde Grundachse und aufrechte Seitenäste von sehr verschiedener Verzweigung (Fig. 378). Alle Arten leben auf der Erde, wenige klettern, keine Epiphyten. Stets ist eine Differenzierung in fertile und sterile B. vorhanden, die Sporophylle stellen bleiche oder bräunliche, am Rande gezähnte oder gewimperte Schuppen dar (nur bei den wenigen Vertretern der Section III sind sterile und fertile B. weniger verschieden). Die Sporophyllstände oder Blüten sind fast immer deutlich abgesetzt und stellen meist gedrungenere keulenförmige Gebilde dar, sie sind einfach und sitzend, end- oder seitenständig oder zu besonderen ein- oder mehrfach gegabelten, an blattarmen Stielen befindlichen Ständen vereinigt (vergl. in den Fig. 378, 380). Sporen mit Verdickungen in Form netzartiger Leisten (Fig. 371, *A, B, G—I*) oder (sehr selten) kurzer Stacheln (Fig. 371, *E, F*). Die älteren Stammteile nicht selten weithin blattlos. Blattmesophyll niemals mit stern- oder H-förmigen Zellen, in vielen Fällen mit einem Schleimgang unter dem Gefäßbündel (Fig. 369, *D*). Rinde der älteren Teile oft beträchtlich entwickelt (bis $^2/_3$ des Durchmessers) und stark sklerenchymatisch, wenige Wurzeln einschließend; Leitstrang in diesen Teilen immerhin kräftig, allermeist mit parallelen Hydrom- und Leptomplatten, oft streng dorsiventral gebaut (Fig. 365, *B, F*). Die jüngeren Teile neigen zu mehr radialer (Fig. 365, *D*) Anordnung der Elemente des Bündels. Prothallien, soweit bekannt, vom Typus I, IV, V, Geschlechtsorgane ohne Paraphysen, embryonale Entwickelung verschieden.

Sect. III. *Inundata* (Baker z. T.). Hauptachse beblättert, kriechend, wurzelnd, wenig verzweigt, mit meist nur einem aufrechten unverzweigten, fertilen Aste (Fig. 378), kriechende Achse kurz (selten länger als 1 dm), oft dem aufrechten Aste an Länge und Festigkeit erheblich nachstehend. Blüten den oberen Teil des aufrechten Astes einnehmend, meist nur durch etwas erheblichere Breite vom unteren Teile abgesetzt. Sporophylle den sterilen B. an Farbe gleich, pfriemlich auslaufend, von den sterilen B. wenig verschieden. Sporangien etwas in die dicke Ährenachse eingesenkt, Dehiscenz oft durch basalen Riss. Alle B., seltener nur die Sporophylle, mit einem von Epithel umgebenen Schleimgang (Fig. 369, *D*). Mesophyll der B. aus gleichartigen, im Querschnitt rundlichen, längsgestreckten Zellen zusammengesetzt. Rinde des St. nicht oder nur wenig sklerenchymatisch, Gefäßbündel des liegenden St. einfach, ohne scharfe Plattenbildung, im aufrechten St. Hydromplatten oft radiär angeordnet, meist nicht in der Mitte verschmelzend. Prothallien und embryonale Entwickelung, soweit bekannt, vom *Cernuum*typus. Kleine, feuchten Boden liebende Pflänzchen, mit kuzer Vegetationsdauer.

A. Unterer Teil des oder der aufrechten Äste reichlich beblättert, Blüte daher nur undeutlich abgesetzt (bisweilen gar nicht). — **Aa.** B. weich, grün, pfriemlich endigend. Hierhin das kleine in Europa und dem atlantischen Nordamerika verbreitete *L. inundatum* L. Größer, aber sonst nicht sehr verschieden ist *L. alopecuroides* L. in ganz Amerika von den Vereinigten Staaten bis Argentinien. Bildet, wenn überschwemmt, eine schlanke Wasserform mit spärlichen B. (var. *aquaticum* Spring). Sehr robuste Abarten sind *L. contextum* Mart. und *L. Netto anum* Glaz., (beide in Brasilien), von denen das erstere oft mehrere aufrechte Äste und gar nicht ährenförmig abgesetzte fertile Teile besitzt. Gleichfalls an *L. alopecuroides* L. schließen sich an: *L. pinnatum* Chapman mit fiederig verzweigten, zur Dorsiventralität neigenden Stämmchen und *L. adpressum* Chapman mit langen schlanken (bis 7 cm) Ähren auf hohen (bis 25 cm) etwas blattärmeren Stielen, beide in Nordamerika. Alle hier erwähnten Arten lieben nassen Sand- oder Moorboden. — **Ab.** B. hart, dick, oft rötlich, aufrechte Äste ohne abgesetzte Sporophyllstände, ca. 3 cm hoch und bis 1 cm dick, *L. cruentum* Spring. in Sümpfen auf der Sierra Nevada Columbiens, interressant durch ihre auch schon an einigen der vorigen Arten bemerkbare Annäherung an die einfacher gebauten Typen der *Urostachya*: *L. Selago* etc.

B. Unterer Teil des aufrechten Astes blattärmer als die übrige Pflanze, B. an demselben angedrückt, oft reduziert, Blüte daher gleichsam gestielt. — **Ba.** B. der kriechenden Teile gleichartig, lanzettlich. *L. Drummondii* Spring Australien, Neuseeland, den folgenden sehr ähnlich. — **Bb.** B. der kriechenden Teile dimorph, die der Unterseite sichelförmig, nach oben gebogen, die oberen gerade, *L. carolinianum* L. (Fig. 378), in allen tropischen und subtropischen Gebieten auf feuchtem Boden in vielen oft als Arten unterschiedenen Varietäten, so das knöllchenabschnürende *L. tuberosum* A. Br. in Angola, *L. paradoxum* Spring mit schief eiförmigen Oberblättern und von robusterem Wuchs, in Südamerika, *L. sarcocaulon* Welw. mit auffallend großen, flachen B. in Angola und Südafrika.

Sect. IV. *Cernua* (Baker z. T.). Aufrechte oder kletternde, meist bäumchenartig verzweigte Halbsträucher (Fig. 379), ohne weit kriechende Hauptachse, ältere Teile oft blattlos. Sporophylle von den übrigen B. sehr verschieden, breiter und kürzer als dieselben, oft bleich oder bräunlich. Mesophyll der B. homogen, aus ziemlich gleichartigen, rundlichen oder länglichen Zellen bestehend, häufig mit einem von Epithel umgebenen Schleimgang unter dem Leitstrang. Ältere Stengelteile mit starkem Rindenparenchym und kräftigem Leitstrang von verschiedenartigem Bau. Prothallien und embryonale Entwickelung, soweit bekannt, vom Typus des *L. cernuum* L.

A. Fast oder ganz aufrecht, wenig oder unverzweigt, selten höher als 20 cm, mit einfachen, kurzen (ca. 2 cm), ungestielten, seitlich aus der Hauptachse entspringenden Sporophyllähren (Blüten), B. linear, Schleimgang stets vorhanden. *L. laterale* R. Br. in Australien, Neucaledonien und Neuseeland, noch sehr an die vorige Gruppe erinnernde Art.

B. Aufrecht, baumartig verzweigt (Fig. 379, *A*). Blüten einfach, an den Enden der beblätterten Zweige, ungestielt, Elemente des Bündels unregelmäßig angeordnet (Fig. 375, *E*). Schleimgang vorhanden oder fehlend. — **Ba.** Sporophylle mit langer Spitze, gewimpert (Fig. 379, *D*, *E*). B. linearpfriemlich mit sehr stark hervortretender Mittelrippe. Schleimgang im B. vorhanden. Die hierhin gehörigen Formen pflegt man, wie zum Teil schon Linné, unter dem Namen *L. cernuum* L. zusammenzufassen. Sie gedeihen an lichteren, trockneren, sandigen oder steinigen Orten in der ganzen Tropenzone, besonders auf Inseln und in der Nähe der Küsten, nach Norden erstreckt sich das Areal bis Japan und zu den Azoren, nach Süden bis Neuseeland, St. Paul, Capland. Als typische Art ist eine Pflanze von robustem Wuchs mit aufrecht abstehenden, nach oben gebogenen, in eine gekrümmte durchsichtige Spitze ausgezogenen B. zu bezeichnen. Sie scheint vorzugsweise dem indomalayischen Gebiet eigentümlich zu sein. Durch steifere B. und bogenförmige Ausläufer ausgezeichnet sind die Formen Mittelamerikas und Westindiens, als *L. curvatum* Sw. bezeichnet, eine kleinere Varietät der typischen Form ist das *L. volcanicum* Bl. an den Kratern Malesiens und Papuasiens. Wenig erheblicher vom Typus entfernen sich: *L. pendulinum* Hook. und *L. Eichleri* Glaziou (Fig. 379) in Brasilien, beide durch die stark überhängenden Zweigendchen, das erstere durch dicht dachziegelige B. ausgezeichnet. *L. salakense* Treub mit dünnen, haarfeinen B. in den oberen und breiteren angepressten B. in den unteren Teilen, daher die Zweige viel dünner und schlaffer als bei der typischen Art, (Java: Salak) nach Treub von dieser auch durch den Mangel von grünen Blattläppchen am Prothallium verschieden. Dem letzteren sehr nahe stehen dürften die zierlichen *L. capillaceum* Willd. von den Marianen und die var. *laxum* Bl. aus den Gebirgen Javas. — **Bb.** Sporophylle mit sehr kurzer oder ohne Spitze, oft gezähnt. B. flacher, linear lanzettlich, Mittelrippe nicht auffallend hervortretend. Schleimgang

fehlend. — Bbα. Ähren zahlreich, ca. 2 cm lang, B. sehr dicht stehend, Sporen (Fig. 371, *E*, *F*) mit zahlreichen kurzen Stacheln: *L. densum* Labill., oft über 1 m hoher kräftiger Strauch in Australien, Neuseeland und Neucaledonien. — Bbα. Ähren wenige, bis 5 cm lang, B. flach, weniger dicht, gewöhnliche Netzsporen: *L. obscurum* L. 30—50 cm hoher, kugeliger Busch im mandschurisch japanischen Gebiet und im atlantischen Nordamerika.

C. Kletternde, reich verzweigte Sträucher. Sporophyllähren (Blüten) gekrümmt, dichotom verzweigt, besondere an blattarmen Stielen stehende Büschel bildend. Gefäßbündel (in den älteren Teilen) aus schmalen, regelmäßigen Leptom- und Hydromplatten bestehend, Bau desselben daher streng bilateral, wie in Fig. 365, *F*. Schleimgänge fehlend. — Ca. Sprosse äußerlich radial gebaut, B. an den jüngeren Pflanzen pfriemlich schmal und abstehend, an den älteren sehr reduciert (Fig. 368, *D*), schuppig, herablaufend, jedoch nur von einerlei Art. Endzweige oft stark verlängert, hängend (nach Art von *Casuarina*) und rot gefärbt, *L. casuarinoides* Spring im tropischen Ostasien. — Cb. Sprosse dorsiventral, mit zwei seitlichen Reihen größerer sichelförmiger, oft zusammenhängender B. und zwei dorsalen Reihen neben einander stehender kleiner angepresster B.: *L. volubile* Forst. (Fig. 380) eine über 10 m hoch kletternde Liane in den Gebirgen des malesischen und papuasischen Gebiets, auch in Neuseeland, Neucaledonien und Nordaustralien.

Sect. V. *Clavata* (Baker z. T.). Stets eine weithin kriechende, wurzelnde, mehr oder weniger beblätterte Hauptachse vorhanden, die aufrechten Seitenäste nicht selten auch baumförmig verzweigt. Sporophylle von den sterilen B. sehr verschieden, bleich oder bräunlich, schuppenartig, breiter als die B., gezähnt. Mesophyll der B. im Querschnitt heterogen, Zellen der oberen Schichten senkrecht, der unteren Schichten parallel zur Oberfläche gestreckt oder überhaupt aus verschiedenartig geformten Zellen zusammengesetzt. Schleimgänge fehlen. Rinde

Fig. 379. *Lycopodium cernuum* L. var. *Eichleri* Glaz. — *A* Habitusbild (1/4). — *B* Zweigende in nat. Gr. — *C* Sporophyllähre, 3 mal vergr. — *D* Sporophyll von oben, 20 mal vergr. — *E* Sporophyll, von der Seite, 20 mal vergr. (Alles Original.)

der Grundachse stark sklerenchymatisch, Gefäßbündel aus parallelen Platten bestehend, von dorsiventralem Bau. Soweit bekannt, embryonale Entwickelung ohne Protocorm, und Prothallien vom Typus IV oder V.

A. Blätter von einerlei Art, Sprosse äußerlich radial gebaut. — **Aa.** Blüten (oder Blütenstände) ohne oder mit nur sehr kurzen (1 cm) blattarmen Stielen, meist kurz, unverzweigt. — **Aaα.** Blüten seitlich an den Sprossen sitzend: *L. diffusum* R. Br., kleines, liegendes, häufig bräunlich gefärbtes Pflänzchen mit dicken B. in Ostaustralien und auf Tasmanien. — **Aaβ.** Blüten endständig. — **AaβI.** B. linear-lanzettlich, kaum herablaufend, mindestens 2 mm lang. — **AaβII1.** Kriechende Achse beblättert, oberirdisch. — Hierher das in schattigen Wäldern der gemäßigten und kälteren Gegenden auf der ganzen nördlichen Hemisphäre verbreitete *L. annotinum* L. mit fast senkrecht abstehenden, den Stamm daher nicht verdeckenden B., wenig variabel; die einzige, mit Recht als besondere Art zu betrachtende var. *pungens* Spring. mit dickeren, kleineren, aufgerichteten B. in den arktischen Gebieten. — B. sehr dicht, aufrecht, sich gegenseitig und den Stamm bedeckend: * B. anscheinend zweinervig, die Mittelrippe mit einer Rinne versehen, kriechende Hauptachse kurz, mit aufrechten bis 20 cm hohen Seitenästen: *L. Sprucei* Baker ein kleines Pflänzchen, in Venezuela. — ** Mittelrippe ohne Rinne. Hierher das winzige, bis 7 cm lange *L. ramulosum* Kirk. mit dicken, gekielten Blättchen in den Gebirgen Neuseelands, und von den größeren und längeren, sehr dicht beblätterten Arten das kräftige *L. diaphanum* Sw. auf Tristan d'Acunha mit sehr lang begrannten B. und Sporophyllen, ferner *L. contiguum* Klotzsch mit kurzbegrannten B. und *L. vestitum* Desv., welches durch unbegrannte, an der Spitze häutigweiße B. und sehr große, oben weiße und durchsichtige Sporophylle und daher überhaupt bisweilen durch eine weißlichgraue Färbung ausgezeichnet ist; beide Arten sind auf den Anden von Columbien bis Bolivia verbreitet. Das angeblich ganz chlorophyllose *L. albidum* Baker dürfte wohl zu *L. vestitum* Desv. gehören. Die drei letzten Arten sind in ihren sterilen Teilen dem *L. clavatum* L. habituell sehr ähnlich. — **AaβI2.** Kriechende Achse sehr blattarm oder blattlos, meist unterirdisch. Hierher das niedrige *L. magellanicum* Sw. mit kurzen, einfachen, dicken, aufrechten Ästchen mit je einer endständigen Ähre im antarktischen Südamerika, die var. *Cunninghamii* Baker desselben mit stark verlängerten Ähren (bis 10 cm) auf den Falklandinseln und an der Magellanstraße, ferner die sich sehr nahe stehenden etwas höheren *L. spurium* Willd. und *L. Tobari* Sod. mit völlig unterirdischen blattlosen Hauptachsen, aufrechten, bäumchen- oder fächerartig verzweigten Ästen und wenigen einfachen, schlanken Ähren, beide auf den höchsten Anden von Ecuador. — **AaβII.** B. sehr kurz, dick, schuppenartig, eiförmig lanzettlich, angedrückt, am Stamm herablaufend: *L. alpinum* L. niedriges, weit kriechendes Pflänzchen mit blattloser Hauptachse und büschelig dichotom verzweigten, aufrechten dünnen Ästchen. Verbreitet in den arktischen Gebieten und auf den Gebirgen der ganzen nördlichen Halbkugel. Schwer zu trennende Varietäten mit kurz gestielten Ähren sind in Japan das *L. nikoënse* Franch. et Sav. und in Nordamerika: *L. sabinaefolium* Willd. und *L. sitchense* Ruprecht. — **Ab.** Ähren meist ein oder mehrmal gegabelt, der Stand an langen blattarmen Stielen. — **Abα.** Ähren meist zu zwei an einem Stiel, B. in ein feines Haar auslaufend, Hauptachse oberirdisch, ebenso dicht beblättert wie die sterilen Zweige. — *L. clavatum* L. (Bärlapp, Schlangenmoos). In zahlreichen Varietäten über die ganze Erde verbreitet, auf Heiden und in lichten Wäldern, in den Tropen nur in den höheren Regionen. Als besondere Arten werden u. a. nicht selten betrachtet: *L. trichiatum* Bory mit sehr langen Haaren in Brasilien und auf Bourbon, *L. venustulum* Gaudich. mit sehr kurzen B. auf den Sandwichinseln; *L. inflexum* Sw. in Mittel- und Südafrika und auf Madagaskar mit dickeren, einwärts gekrümmten B. und 5—6 Ähren an einem Stiel. — **Abβ.** Ähren meist zu einem besonderen, aus der unterirdischen blattarmen Hauptachse entspringenden Ährenstand angeordnet, selten einzeln. B. nicht in ein Haar endigend. Hierher *L. fastigiatum* R. Br. in Südaustralien und Neuseeland (mit Übergangsformen zu *L. clavatum* und *magellanicum*) und das kräftige, oft über $^1/_2$ m hohe *L. paniculatum* Desv. in den peruanischen und chilenischen Anden, beide Arten in ihren aufrechten Teilen bäumchenartig verzweigt.

B. Sprosse bilateral, oft flach gedrückt, B. in 4 oder 8 Reihen von zweierlei Art, die seitlichen flach, nach oben gekrümmt, abstehend, breit herablaufend, die vorderen und hinteren (oberen und unteren) kleiner, linear, angedrückt. Sporophyllähren meist zu 2—6 an einem blattarmen Stiel, aufrechte Äste fächerartig verzweigt. — **Ba.** Auch die größeren B. kurz (2 mm) schuppenförmig, starr spitz, Zweige mit den B. kaum dicker als 2,5 mm. Hierher der Formenkreis des *L. complanatum* L. Die typische Art hat fächerartig ausgebreitete Zweige und stets deutlich dimorphe B.; sie ist in der ganzen nördlich gemäßigten Zone auf Heiden, besonders auch in den niederen

Gebirgen verbreitet, in den Tropen ist sie auf hohe Gebirge beschränkt. Die Abart *chamaecyparissus* A. Br. mit fast gleichartigen B. und aufrecht abstehenden Zweigchen ist in manchen

Fig. 380. *Lycopodium volubile* Forst. — *A* Habitusbild, Endstück der Pflanze (1/2). — *B* Steriles Zweigstück, in nat. Gr. — *C* Sporophyllähren, in nat. Gr. — *D*—*F* Sporophyll, etwa 20mal vergr. *D* von oben (innen), *E* von unten (außen), *F* von der Seite. (Alles Original.)

Gegenden häufiger als die typische Art; eine andere Form ist *L. Fawcettii* Underwood mit besonderen, ganz fertilen, aufrechten Sprossen, in Westindien; auf die Gebirge Ceylons und Javas beschränkt zu sein scheint *L. Wightianum* Wall. mit ungestielten Ähren und bogig nach oben gekrümmten B. Die letzteren Formen bilden den offenbaren Übergang zu dem zweifellos nahe stehenden *L. alpinum* L., zu welchem alle diese Arten in naher verwandtschaftlicher Beziehung stehen. — **Bb.** Größere B. bis 0,5 cm lang, kammförmig abstehend, linear lanzettlich. — **Bbα.** Äste aufsteigend, äußerste Ästchen bis 0,5 cm im Gesamtdurchmesser, Ähren einzeln am Ende der Ästchen: *L. scariosum* Forst. in Neuseeland, Tasmanien und in den ostaustralischen Gebirgen. — **Bbβ-** Äste robust, bäumchenartig, äußerste Ästchen bis 1 cm im Gesamtdurchmesser, Ähren zu 1—5 an einem aus der Centralachse hervorgehenden Stiel: *L. Jussiaei* Desv. in den Anden und auch auf den Gebirgen Brasiliens und Jamaicas.

Fossile Arten. Die fossilen *L.* sind um Wiederholungen zu vermeiden bei den Selaginellaceen behandelt worden. Die Blüten der hier in Betracht kommenden Reste geben nämlich meist ungenügende Auskunft, und es ist daher vielfach unsicher, ob Lycopodiaceen- oder Selaginellaceen-Reste vorliegen. Da aber das Gros der Reste sich habituell mehr dem Selaginellaceen-Typus nähert und überdies sichere fossile Selaginellaceen-Reste bekannt sind, ist es besser, das gesamte Material im Zusammenhang zu betrachten.

H. Potonié.

Psilotaceae

von

E. Pritzel.

Mit 29 Einzelbildern in 7 Figuren.

Wichtigste Litteratur*). Anatomie, Morphologie und Entwickelungsgeschichte: A. Brogniart, Histoire des végétaux fossiles, Paris 1836. — W. Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen (1851) S. 125, 126. — C. Nägeli und H. Leitgeb, Entstehung und Wachstum der Wurzeln, Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik IV 1868, S. 147, Taf. 21. — J. Sachs, Lehrbuch der Botanik, 2. Aufl., Leipzig 1870, S. 388, 390, 394. — J. J. Kickx, Sur l'organe reproducteur du Psilotum triquetrum. Bull. de l'acad. roy. de Belgique, sér. II, vol. XXIX, Bruxelles 1870. — J. Juranyi, Über den Bau und die Entwickelung des Sporangiums von Psilotum triquetrum Sw., Bot. Ztg. 1871, p. 176. — E. Russow, Vergleichende Untersuchungen über die Leitbündelkryptogamen. Mém. de l'acad. de St. Pétersbourg, sér. VII, vol. XIX, no. 1, p. 131, 1872. — E. Strasburger, Einige Bemerkungen über Lycopodiaceen. Bot. Ztg. 1873, S. 81, 91, 117. — Chr. Luerssen, Die Farne der Samoainseln, Mitt. aus dem Gesamtgebiet der Bot. von A. Schenk und Chr. Luerssen I, S. 401, 1874. — E. Strasburger, Über Zellbildung und Zellteilung, S. 135—139, Taf. VI, Jena 1875. — K. Prantl, Bemerkungen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Gefäßkryptogamen etc. Verh. d. phys. medic. Ges. Würzburg, IX, S. 90, 1876. — A. de Bary, Vergleichende Anatomie, S. 291, 362, Leipzig 1877. — Chr. Luerssen, Handbuch der systematischen Botanik. Bd. I, S. 638, Stuttgart 1879. — R. Sadebeck, Die Gefäßkryptogamen in Schenk's Encyclop. d. Naturwiss., Abt. I, Teil I, p. 245, Breslau 1879, 1880. — K. Goebel, Beiträge zur vergl. Entwickelungsgeschichte der Sporangien. Bot. Ztg. 1881, p. 688 seq. — Derselbe, Grundzüge der Systematik und speciellen Pflanzenmorphologie, Leipzig 1882, S. 313. — L. Čelakowsky, Zur Kritik der Ansichten von der Fruchtschuppe der Abietineen. Abh. d. böhm. Ges. d. Wiss. VI. Folge, Bd. II, S. 49, Prag 1882. — C. E. G. Bertrand, Recherches sur les Tmésipteridées. Archives botaniques du Nord de la France, 1882, Paris, p. 252 seq. — H. Graf zu Solms-Laubach, Der Aufbau des Stockes von Psilotum triquetrum und dessen Entwickelung aus

---

*) Eine vollständige Aufzählung und Besprechung der Litteratur der *Psilotaceae* bis 1884 findet sich in der genannten Arbeit von Solms-Laubach 1884.

der Brutknospe. Ann. du Jardin bot. Buitenzorg, Leide IV, 1884, p. 139—194. — P. A. Dangeard, La rhizome des Tmésipteris. Comptes rendus de l'Acad. des Sciences 1888. — Derselbe, Essai sur l'anatomie des Cryptogames vasculaires. Le Botaniste 1re série, Poitiers 1890. — Derselbe, Mémoire sur la morphologie et l'anatomie des Tmésipteris. Le Botaniste, 2me série, p. 163—222, 7 Taf. Caen 1890—1891, hierzu Referat von L. Klein in Bot. Centralbl. 1891, Bd. XLVIII, p. 327—331. — Derselbe, Note sur les mycorhizes endotrophiques. Le Botaniste, 2re série, p. 223—228, Caen 1890—1891. — A. V. Jennings and K. M. Hall, Notes on the structure of Tmesipteris, Proceedings of the Royal Irish Academy, Dublin 1891, p. 1—18, 5 Taf. — F. O. Bower, Studies in the morphology of spore producing members. Equisetineae and Lycopodineae, Philosoph. Transact. of the Roy. Soc. of London, Vol. CLXXXV, 1894, p. 539—555, 3 Taf. — D. H. Campbell, The structure and development of the Mosses and Ferns, p. 480, London 1895. — J. M. Janse, Les endophytes radicaux de quelques plantes javanaises, Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg. XIV, I, p. 61 seq. Leide 1896.

Systematik: W. J. Hooker, Genera Filicum 1842, tb., 86, 87. — A. Spring, Monographie des Lycopodiacées II. p. 268. Mémoires de l'académie royale de Belgique, vol. XXIV, Bruxelles, 1849. — Karl Müller hal., Monographische Kritik der Lycopodiaceengattung Psilotum Sw., Bot. Ztg. 1856, S. 217, 233, 1 Taf. — J. G. Baker, Handbook of the Fern-allies, London 1887, p. 29, 30. Außerdem sind die *Ps.* in zahlreichen, der unter den Lycopodiaceae genannten pflanzengeographischen Arbeiten aufgeführt, vergl. daselbst.

Merkmale. Sporenentwickelung und geschlechtliche Generation noch nicht bekannt. Ungeschlechtliche Generation (Sporophyt) in humosem Boden oder epiphytisch lebend. Laubtriebe aus beblätterten einfachen oder regelmäßig gegabelten Sprossen bestehend. Stengel oft rinnig oder kantig, bisweilen flach, Gefäßbündel central, Hydromgruppen mehr oder weniger radial angeordnet. Rinde mächtig entwickelt, in den älteren Sprossen sklerenchymatisch. Blätter zwei- oder dreizeilig oder unregelmäßig gestellt, entweder klein schuppenartig oder größer und dann mit senkrecht gestellter Lamina. Gefäßbündel in den B. vorhanden oder fehlend. Unterirdische gabelig verzweigte, mit Wurzelhaaren bedeckte Rhizome als Wurzel fungierend. Letztere völlig fehlend. Zweige der Rhizome treten als Laubtriebe über die Erde. An allen Scheiteln älterer Sprosse eine tetraëdrische Scheitelzelle mehr oder weniger deutlich erkennbar. Die Gabelungen erfolgen durch Zerlegung des ganzen Scheitels in zwei, wobei die alte Scheitelzelle verloren geht. Adventive Bildungen kommen nicht vor. Von einer Art ist ungeschlechtliche Vermehrung durch unterirdische Brutknospen bekannt. Sporangienerzeugung findet in den oberen Regionen älterer Sprosse statt. Das Sporangium wird auf der Oberseite des einem Blättchenpaares gemeinsamen, bisweilen sehr kurzen Stieles erzeugt. Sporangien sehr kurz gestielt, gefächert, durch Risse sich klappig öffnend, mit mehrschichtiger Wand. Archespor jedes Faches ein- oder wenigzellig. Tapetenschicht nicht distinkt. Ein großer Teil der aus dem Archespor hervorgehenden Zellen bleibt steril und wird resorbiert. Gefäßstrang bis in die Scheidewände vordringend. Scheidewände bisweilen ebenfalls resorbiert. Sporen von einerlei Art, bilateral gebaut, durch Kugelquadrantenteilung entstehend, länglich nierenförmig, mit einer Verdickungsleiste.

Die geschlechtliche Generation.

Wie bei so vielen Arten der nahverwandten Familie der *Lycopodiaceae* ist es bis jetzt nicht gelungen, die Sporen der *Ps.* zum Keimen zu veranlassen. Auch ist es noch nicht geglückt, Keimungsstadien oder entwickeltere Prothallien in der Natur aufzufinden. Es ist daher recht wahrscheinlich, dass die Prothallien der *Ps.* ähnlich denen der Lycopodien saprophytisch und mit Pilzen in Symbiose lebende Gebilde darstellen werden. Durch den Saprophytismus der ungeschlechtlichen Generation und überhaupt durch die Verwandtschaft mit den *Lycopodiaceae* gewinnt diese Vermutung noch an Wahrscheinlichkeit. Bei der verhältnismäßig geringen Sporenproduktion, der offenbar nur unter ganz besonderen Bedingungen erfolgenden Keimung und der reichlichen ungeschlechtlichen Vermehrung dürfte die Prothalliumgeneration im Leben der *Ps.* überhaupt wohl keine erhebliche Rolle spielen.

Die ungeschlechtliche Generation (der Sporophyt).

Die oberirdischen Sprosse. a. *Tmesipteris*. I. Äußere Gliederung. Hier stellt der oberirdische Teil der Pflanze einen einfachen seltener einmal gegabelten, oben reichlich beblätterten Trieb dar (vergl. Fig. 381, *A*). Es giebt hängende und aufrechte Formen, erstere treten seitlich aus dem Wurzelfilz am Stamm der Baumfarne heraus, letztere kommen auch auf der Erde vor. Der Stengel ist in seinem unteren Teile mit Schüppchen und Blattnarben bedeckt, rinnig oder fast kantig und von bräunlicher Farbe. Die Blätter stehen am oberen Teile sehr unregelmäßig um den ganzen Stamm herum, sind von länglicher, elliptischer Gestalt, vorn meist abgestutzt und mit einem Stachel versehen, seltener allmählich zugespitzt (Fig. 381 *A*). Der Blattgrund ist meist etwas verschmälert und setzt sich am Stamm in einer starken herablaufenden Leiste fort. Die Blattfläche steht immer senkrecht, d. h. parallel der Achse, häufig ist sie etwas sichelförmig gekrümmt. Die Consistenz ist eine fast lederartige, derbe, die Farbe dunkelgrün; stets ist ein deutlicher Mittelnerv vorhanden. Nach dem Gipfel zu sind die Blätter mit den fertilen Gebilden (vergl. Sporangien) untermischt, oben stehen sie dicht gedrängt und sind von geringerer Größe. Sie entstehen am Scheitel als seitliche, mehrzellige Protuberanzen.

Fig. 381. *Tmesipteris tannensis* Bernh. — *A* Habitusbild einer ganzen Pflanze (hängende Form), den Fall einer Gabelung zeigend, nat. Gr. — *B*—*E* Sporophyll mit Sporangium, *B* von der Seite, *C* von oben, *D* aufgesprungen, mit auseinander gewichenen Klappen, *E* von der Unter- (Rück-) seite, alles etwa 3mal vergr. — *F* Rhizom in ½ Vergr. — *G* Stammquerschnitt (ältere Region) 4mal vergr.). (Alles Original.)

II. Anatomischer Bau. α. Stamm. An dem kegelförmigen Stammscheitel ist nach Bower in der Regel eine tetraëdrische Scheitelzelle deutlich zu erkennen. Das Innere des Stengels wird von einem centralen, Blattspuren abgebenden Gefäßbündel durchzogen. In demselben sind in der Regel drei bis fünf, oft sternförmig gestellte freie Hydromgruppen (*hy* in Fig. 383, *B*) vorhanden, welche aus langen an den Enden lang zugespitzten Tracheïden mit leiterförmigen Poren bestehen. Das Centrum des Bündels wird in der Regel von einigen Parenchym- oder faserartig zugespitzten bastartigen Zellen eingenommen. Die übrigen zartwandigeren Elemente, das Phloëm (*ph*), stellen schmale lange Zellen dar, deren obere und untere Wände meist etwas geneigt sind. Die letzteren sind mit lichtbrechenden Tüpfeln (oder Poren?) versehen. Die Wände des Phloëms geben häufig schwache, aber deutliche Holzreaktion. Das Phloëm bildet außen einen geschlossenen Ring, seine äußerste Zelllage führt bisweilen Stärke und ist mehr parenchymatischer Natur.

Das Gefäßbündel ist von außen stets an Stelle einer Endodermis von einer ein-, bisweilen auch mehrschichtigen Lage größerer, zartwandiger, etwas längsgestreckter Zellen umgeben, welche durch einen dunkelrotbraunen Zellinhalt ausgezeichnet sind (*en* in Fig. 383, *B*). Derselbe macht den Eindruck eines Harzklumpens, ist jedoch in Alkohol nicht löslich, enthält auch keinen Gerbstoff. Auf dem Querschnitt ist die Zellschicht oft von inhaltslosen Zellen durchbrochen (vergl. Fig. 383, *B*), auf dem Längsschnitt zeigt sich dann, dass oben und unten doch Anastomosen vorhanden sind. Nach außen zu wird das Ganze von einem kräftigen Stereomcylinder umschlossen, dessen gestreckte Zellen gleichmäßige verholzte Verdickungen aufweisen (*r* in Fig. 383, *B*). Die geneigten Endwände sind durch lichtbrechende Tüpfel, ähnlich den Siebporen ausgezeichnet. An der Außenseite des Stereomcylinders befindet sich in jüngeren Teilen noch

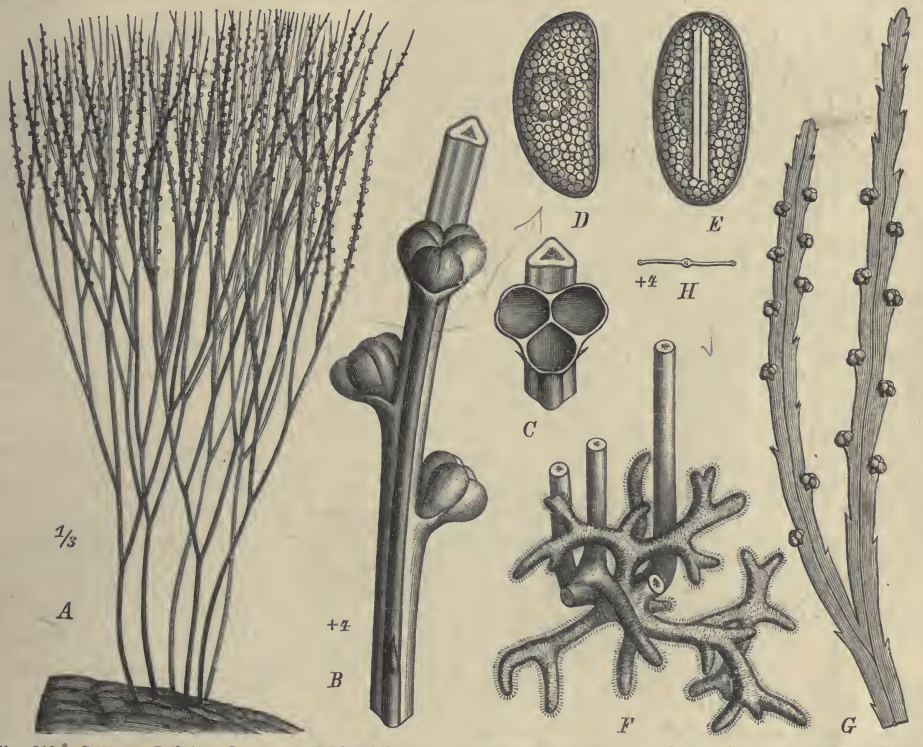


Fig. 382. Gattung *Psilotum* Sw. — *A* Habitusbild von *Psilotum triquetrum* Sw. Vergr. 1/3. — *B* Sprossstück derselben Art aus der fertilen Region mit sterilen und fertilen Blattgebilden, 4mal vergrößert. — *C* Aufgesprungenes Sporangium mit auseinander gewichenen Klappen, seine Stellung zur Achse zeigend, 4mal vergr. — *D*, *E* Spore von *Psilotum triquetrum* Sw. in Vergr. ca. 600. *D* von der Seite, *E* Blick auf die verdickte Kante. — *F* Rhizome derselben Art, zur ersten und dritten Kategorie gehörig, in nat. Größe. — *G* Flachspross von *Psilotum flaccidum* Wall., nat. Gr. — *H* derselbe im Querschnitt, 4mal vergr. (Alles Original.)

eine schmale assimilierende Zone und stets eine Epidermis mit radial etwas gestreckten Zellen und starken Außenwänden (*ep* in Fig. 383, *B*).

β. Blatt. Der anatomische Bau des Blattes bietet keine Besonderheiten. Die beiden Seiten des B. sind, wie schon die Stellung vermuten läßt, genau gleich gebaut und führen beide Spaltöffnungen. Das Innere besteht aus einem sehr lockeren Gewebe rundlicher oder sternförmig anastomosierender, etwas dem Mittelnerv parallel gestreckter Zellen. Die Blattspur zeigt keinen Bastbelag, die Hydromgruppe ist central und wenigzellig, die Epidermis ist einschichtig, ihre Außenwände sind stark verdickt und getüpfelt oder mit Netzverdickungen versehen.

b. *Psilotum*. I. Äußere Gliederung. *Psilotum triquetrum* Sw. Bei dieser Art stellen die Laubsprosse aufrechte, vielfach und ziemlich regelmäßig in sich kreuzenden

Ebenen gegabelte, wenige mm dicke, oben überhängende Gebilde dar. Das unterste Glied ist häufig zu einem langen Stengel gestreckt, die oberen Glieder sind kürzer, kantig und stark gefurcht (vgl. Fig. 382, *B*). Unten am Stengel zeigen sich häufig rundliche Flecke oder Warzen. Diese stellen seitliche Vegetationspunkte dar, welche beim Absterben oder bei Verletzung der oberen Sprosssysteme seitlich auswachsen können (vgl. unter Rhizom 3). Überall zerstreut, oft wenig regelmäßig, häufig dreizeilig angeordnet, stehen die Blätter in Form kleiner lanzettlicher Anhängsel. In den oberen Regionen treten dann bei älteren Exemplaren die kugeligen, von zwei Blättchen gestützten Sporangien (vgl. diese) auf.

Bei *Psilotum flaccidum* Wall. kriecht die Basalpartie des Stengels auf Stämmen oft weithin, die übrigen Sprosssysteme stellen bandartig flache, regelmäßig gegabelte, in Büscheln von den Bäumen herunterhängende Gebilde dar (Fig. 382, *G*). Die Blätter sind

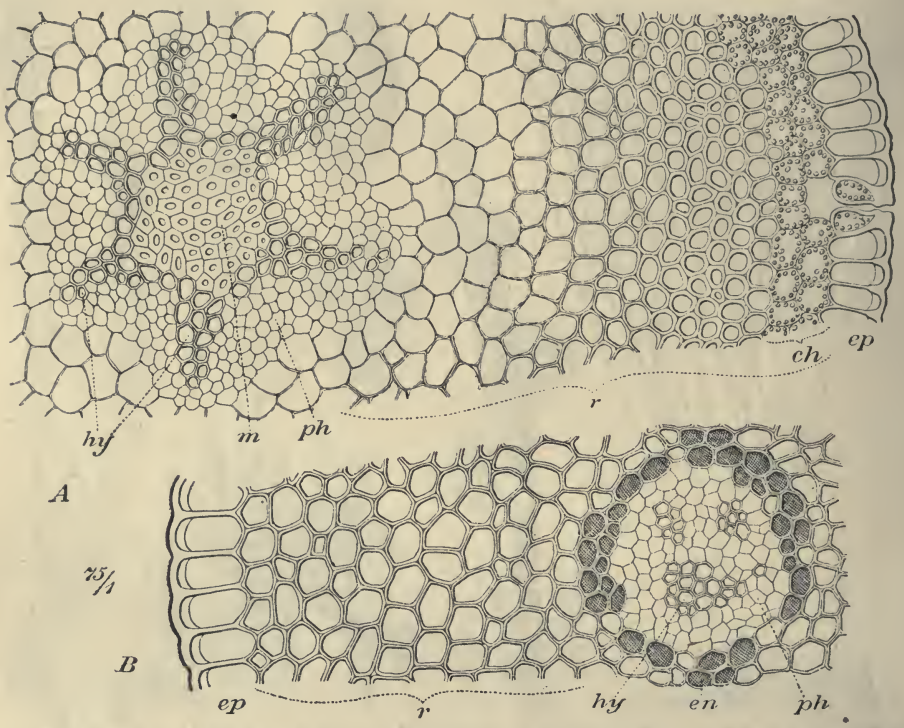


Fig. 383. Anatomie des Stammes. — *A* Teil eines Querschnitts durch einen jüngeren Stengel von *Psilotum triquetrum* Sw., im centralen Leitstrang: *m* das aus Sklerenchymfasern bestehende Mark, *hy* das sternförmig angeordnete Hydrom (Tracheïden), *ph* das Phloëm, im Rindenkörper *r* ist die innerste Zellschicht nicht durch besondere Eigenschaften kenntlich, nach außen zu allmählicher Übergang in den Sklerenchymring, *ch* eine Schicht grünes Gewebe, *ep* Epidermiszellen mit mächtig verdickten Außenwänden, die innere Schicht der letzteren ist nicht verkorkt. — *B* Teil eines Querschnitts durch einen älteren Spross von *Tmesipteris*, im centralen Leitstrang: *hy* die isolierten Hydromgruppen, *ph* Phloëm; die innerste Schicht des Rindenkörpers (*r*) ist durch tiefbraunen Zellinhalt ausgezeichnet (*en*), übrige Rinde sklerenchymatisch, *ep* Epidermis wie in *A*. (Beides in 75facher Vergr., Original.)

hier stets zweizeilig angeordnet. Die Gabelungen pflegen bei dieser Art alle in eine Ebene zu fallen.

b. Anatomischer Bau. An der Spitze des gewölbten Scheitels ist in der Regel eine tetraëdrische Scheitelzelle deutlich erkennbar. Wenn die unterirdischen Sprosse über den Boden treten, pflegen schnell aufeinander mehrere Gabelungen einzutreten. Während dieser Zeit fehlt die Scheitelzelle, da sich quer über die Scheitelmitte hin jene Dauergewebszonen zu bilden pflegen, durch welche die Zerlegung des Scheitels in zwei bewirkt wird. Die Verzweigung ist daher keine echte Dichotomie im Sinne Nägeli's. Später beruht das ganze Wachstum wesentlich auf intensiver Streckung der Glieder. Da

dieselbe in den verschiedenen Regionen eine verschieden starke ist, so rücken die Blätter z. B. unten oft weit auseinander, und ihre Stellung verliert an Regelmäßigkeit.

Im Stamm findet sich ein kräftig entwickeltes centrales Gefäßbündel, dessen Hydrom zu einem 5—8 strahligen, jedoch oft nicht sehr regelmäßigen Stern zusammentritt (*hy* in Fig. 383 *A*). An den Spitzen desselben besteht das letztere aus engen Spiralfasertracheïden, nach dem Centrum zu aus weiteren Treppentracheïden; das Centrum selbst wird von einem Strang spitzer, stark verdickter, verholzter Sklerenchymfasern eingenommen (*m* in Fig. 383, *A*). In den Buchten des Sterns und an der Peripherie befinden sich die zartwandigen Bündelelemente (*ph* in Fig. 383, *A*). Es sind dies gestreckte, parenchymatische Zellen, zwischen denen auch starkwandigere mit Siebporen versehene vorkommen. Der Inhalt der ersteren führt, besonders an der Peripherie, bisweilen Stärkekörnchen. Außen wird das Bündel von einer zartwandigen und großlumigen, die Endodermis vertretenden ein- bis dreischichtigen Zelllage umgeben. Der Zellinhalt besteht auch bei *Psilotum* aus jenem bei *Tmesipteris* erwähnten, zu Klumpen geballten, braunen, harzähnlichen Stoffe, bei *Ps. triquetrum* Sw. findet die Abscheidung desselben erst in älteren Teilen statt, *Ps. flaccidum* Wall. zeigt diese Erscheinung häufig schon in jüngeren Sprossen. Auf dem Querschnitt ist diese Zellschicht als dunkler Ring bemerkbar, an älteren Teilen scheint dieselbe schließlich völlig zu verschleimen, der Gefäßstrang wird ziemlich frei und ist dann im Rindenkörper wie in einer Scheide beweglich. Der starke Rindencylinder (*r* in Fig. 383, *A*) besteht in den inneren Partien aus zartwandigeren, großen Zellen, welche nach außen in einen Stereomring verholzter Elemente übergehen. Die Rinde der jüngeren Sprosse ist durchweg zartwandiger und assimilierend, in den älteren Teilen ist das grüne Gewebe auf eine schmale Schicht an der Stammperipherie beschränkt (*ch* in Fig. 383, *A*). Nach außen ist das Ganze durch eine Epidermis radial etwas gestreckter, inhaltsleerer Zellen mit mächtigen Verdickungslagen an der Außenseite abgeschlossen (*ep* in Fig. 383, *A*). Die äußeren Schichten sind stark cuticularisiert, die inneren nicht, die ersteren bleiben daher bei Behandlung mit conc. Schwefelsäure allein zurück.

Die Blätter sind im Inneren von lockerem grünen Gewebe erfüllt, ein Gefäßstrang gelangt nicht oder nur in schwacher Andeutung zur Entwickelung. Ein solcher ist jedoch in den fertilen Blättern (vgl. Sporangien) und bei *Psilotum flaccidum* Wall. auch in den gewöhnlichen stets vorhanden und mit dem Stammbündel verbunden. Eine kleine Tracheïdengruppe mit zartwandigem, kleinzelligem Gewebe setzen dasselbe zusammen.

Die unterirdischen Sprosse (Rhizome). Das der Absorption dienende System der *Ps.*-Pflanze wird von unter der Oberfläche dahinkriechenden und sich verzweigenden, mit Wurzelhaaren bedeckten Sprossen gebildet; dieselben werden stets exogen erzeugt (sei es aus den Brutknospen oder aus oberirdischen Teilen) und entbehren an ihrem Vegetationspunkt einer Haube. Ihre letzten Auszweigungen treten dann aus dem Boden hervor, die Ausgliederung von B. beginnt dann bisweilen schon unter der Erde, wenigzellige Blattanlagen sind sehr oft vorhanden. Aus diesen Gründen muss man die unterirdischen Systeme der *Ps.* dem morphologischen Begriff des Rhizoms und nicht der Wurzel einordnen.

a. *Tmesipteris.* Das Rhizom, welches hier im Wurzelfilz am Stamm der Baumfarne, seltener in feuchter Erde lebt, pflegt nicht so reichlich entwickelt zu sein wie bei folgender Gattung. Es besteht meist aus einer parallel der Oberfläche kriechenden Hauptachse (vgl. Fig. 384, *F*), deren seitliche Zweige sich an ihrer Spitze nach dem Lichte zu krümmen und zu beblätterten Sprossen auswachsen können. Die Oberfläche ist, die Vegetationspunkte ausgenommen, mit einem Filz von langen Wurzelhaaren bekleidet und von bräunlicher, bis fast schwärzlicher Farbe. Blattanlagen pflegen nicht vorhanden zu sein.

Der anatomische Bau des Rhizoms weicht in einigen Punkten von dem des oberirdischen Stammes ab. Der Centralstrang ist einfacher gebaut und besitzt meist nur eine sehr kleine Tracheïdengruppe in der Mitte. An das Leptom schließen sich im Rhizom nach außen hin oft mehrere Schichten zarter stärkeführender Zellen. Die Zellwände im Rindencylinder außerhalb der im Rhizom oft mehrschichtigen Zone der Zellen mit tiefbraunem Inhalt sind im Rhizom stets zarter als im Stamm und enthalten, besonders die

der mittleren Schichten, stets dicke Knäuel von feinen Pilzhyphen. Bei einigen Formen von *T.* hat Dangeard außerdem noch ein viel zarteres, im ganzen Rhizom verzweigtes gleichfalls Knäuel bildendes Mycel aufgefunden. Während diese beiden Pilze, von denen Fructificationsorgane noch nicht bekannt sind, mit der Pflanze in Symbiose zu leben scheinen, dürfte ein dritter von Dangeard im Rhizom entdeckter Pilz, ein Oomycel *Chladochytrium Tmesipteridis* Dang. mit lockerem, kräftigem, dunkler gefärbtem, braune Oosporen erzeugendem Mycel eine mehr parasitische Rolle spielen, obwohl wirklich destructive Wirkungen von genanntem Autor nicht constatiert werden konnten. Die Epidermis mit den Wurzelhaaren scheint von den Pilzen nicht bewohnt zu werden, wenigstens bilden sie in den Zellen keine Hyphenknäuel.

b. *Psilotum.* An den kräftigen unterirdischen Polstern von *Psilotum triquetrum* Sw. lassen sich dreierlei verschiedene Sprossformen unterscheiden: 1. Gewöhnliche Rhizome. Es sind dies jene bräunlich-schwärzlichen, ziemlich regelmäßig gabelig verzweigten Gebilde (Fig. 382, *F*), welche die Hauptmasse des unterirdischen Sprossgeflechtes ausmachen. Sie sind vollständig mit langen Wurzelhaaren bedeckt, mit Ausnahme der terminalen Vegetationspunkte. An den letzteren ist in der Regel eine tetraëdrische Scheitelzelle deutlich erkennbar. Bei der Gabelung wird der Scheitel in zwei zerlegt, indem ein Streifen des Gewebes in der Mitte in den Dauerzustand übertritt und die für die älteren Oberflächenzellen charakteristische gelbe Färbung annimmt. Die alte Scheitelzelle geht bei diesem Vorgang verloren, erst allmählich wird an jedem der neuen Scheitel eine solche wieder sichtbar Blätter sind an dieser Sprosskategorie nicht zu bemerken. Hervorgehoben zu werden verdient die außerordentliche Regenerationsfähigkeit des Scheitels dieser wie der folgenden Rhizome. Es ist diese Fähigkeit gewissermaßen ein Ersatz für die fehlende Wurzelhaube. — 2. Rhizomzweige mit seitlichen Vegetationspunkten. Sie sind den vorigen ähnlich und zeichnen sich besonders dadurch aus, dass die Wurzelhaarbedeckung an vielen seitlichen weißen Fleckchen, warzenartigen Vorsprüngen oder kurzen Ästchen unterbrochen ist. Dies sind ruhende Vegetationspunkte, welche unter Umständen, z. B. bei Verletzung oder Entfernung der Endscheitel, seitlich auswachsen können. Nach längerer Zeit verlieren sie jedoch diese Fähigkeit und treten unter Bräunung in den Dauerzustand über. Sie stellen nicht, wie Bertrand meint, verkümmerte Gabelsprosse dar, sondern sie entstehen seitlich von der Hauptscheitelhöhe, indem dicht neben derselben im Meristem eine Initialgruppe hervortritt. Der Hauptscheitel wächst dann in seiner Richtung weiter, und die Anlage rückt an die Seite. Im übrigen ist diese Zweigform der vorigen sehr ähnlich. — 3. Beblätterte Rhizomzweige. Diese gehen aus den seitlichen Anlagen der Sprosse 2 oder auch direkt aus den Scheiteln derselben hervor und richten sofort ihre Spitze schräg nach oben. Die Wurzelhaarbedeckung verschwindet nach oben zu, ebenso die braune Färbung, es treten B. und Spaltöffnungen auf; an die Erdoberfläche gelangt, wachsen diese Zweige zu grünen Sprossen heran.

Was den anatomischen Bau der Rhizome anbetrifft, so nähert sich derselbe nach oben zu dem der oberirdischen Sprosse. Das Bündel ist meist sehr schwach entwickelt, führt Netz- und Treppentracheïden in centraler Gruppe, um dieselbe zartwandige Elemente, und ist nach außen durch eine meist durch ihre bräunliche Färbung ausgezeichnete Endodermis abgeschlossen. Die Rindenzellen sind alle zartwandig, großlumig und mit Knäueln von feinen Pilzhyphen erfüllt. Dieselben wandern von Zelle zu Zelle, ohne die Intercellularräume zu benutzen, und dringen bis zur Endodermis vor. In den Zellen bilden sich in den Knäueln oft auch kugelige Anschwellungen von Hyphenenden. Die Stärke verschwindet, wo der Pilz auftritt, die Kerne der betreffenden Zellen bleiben jedoch unversehrt, es ist daher das Verhältnis der beiden Organismen als eine Symbiose aufzufassen.

Die Brutknospen und die Entstehung der Pflanzen aus denselben. Abgesehen von der durch Ausbreitung und zufällige Isolierung unterirdischer Sprosssysteme stattfindenden Vergrößerung der Individuenzahl, ist eine besondere ungeschlechtliche Vermehrung bis jetzt nur von *Psilotum triquetrum* Sw. bekannt geworden. Dieselbe

erfolgt durch Brutknospen. Die Bildung derselben erfolgt in der Regel nur an kleinen scheitellosen Fragmenten oder schlecht ernährten Teilen der unterirdischen Rhizome, aber an diesen oft in erstaunlichem Maße. Die Spitze eines Wurzelhaares schwillt etwas an und scheidet nach hinten eine Wand ab. Diese Mutterzelle wächst nun, zu beiden Seiten Segmente abschneidend, mit zweischneidiger Scheitelzelle (*s*) zu einem flachen einschichtigen, eiförmigen Gebilde heran (Fig. 384, *A*, *B*). Die Anzahl der Zellen der Brutknospe beträgt meist nicht mehr als acht, nach außen scheiden sie eine kräftige gelbliche Cuticula ab, die Zelllumina sind unter anderem oft mit reichlichen Stärkekörnchen erfüllt. Bei der Reife bricht dann die Bulbille an ihrem Stiel, dem Wurzelhaar, aus dem sie hervorgegangen, ab (vgl. Fig. 384, *A*, *B*).

Die Bedingungen für die Weiterentwickelung der Brutknospen sind noch nicht näher bekannt, oft erfolgt sie bald, oft erst nach längerer Zeit. Jede Randzelle kann zu einem

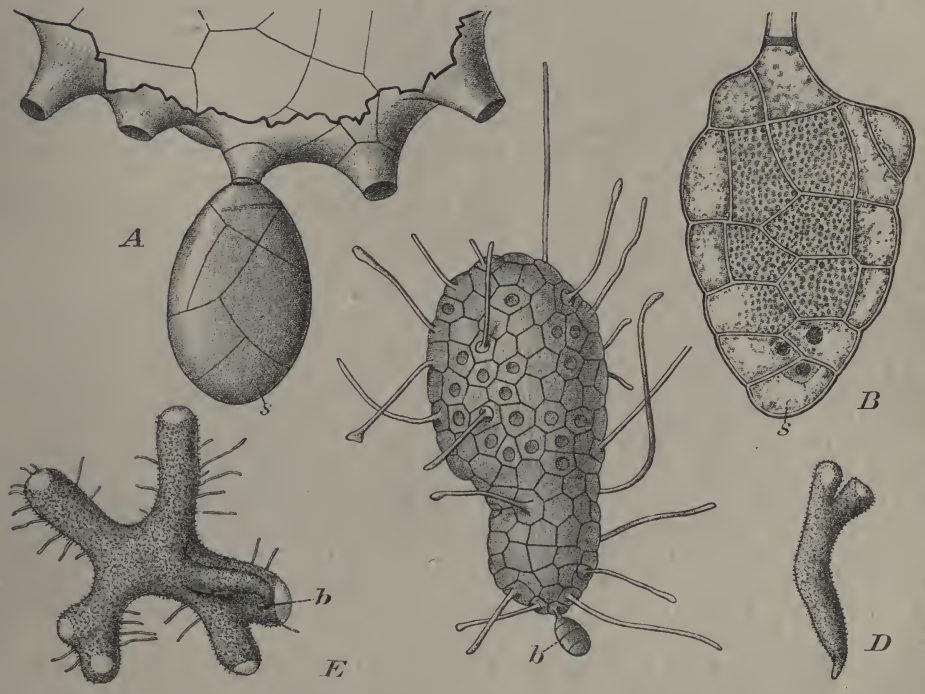


Fig. 384. Brutknospen am Rhizom von *Psilotum triquetrum* Sw. und Entwickelung der Pflanze aus denselben. — *A* Oberseite eines Rhizomstücks mit Brutknospen, alle bis auf eine sind abgebrochen, *s* ihre Scheitelzelle (Vergr. 160). — *B* Ausgewachsene Brutknospe in Flächenansicht, *s* ihre Scheitelzelle, eine der Randzellen (rechts oben) beginnt auszuwachsen (Vergr. 200). — *C*—*E* junge Pflänzchen in verschiedenen Stadien. — *C* Als undifferenzierter, scheitelloser, meristematischer Zellkörper, mit Wurzelhaaren, *b* die noch anhängende Brutknospe (schwach vergrößert). — *D* Stadium mit erster Gabelnng, die Vegetationspunkte sind als weiße kahle Stellen kenntlich (Vergr. 11,5). — *E* Weiteres Stadium mit mehreren Gabelungen, *b* das starkverjüngte Ende (wie auch in *D*), wo die Brutknospe ansaß (Vergr. 11,5). (Alles nach Solms-Laubach.)

Psilotum-Pflänzchen heranwachsen, meist wird jedoch nur eins weiter entwickelt, während die übrigen verkümmern. Die betreffende Randzelle wölbt sich hervor und scheidet nach hinten eine nicht weiter thätige Zelle ab (Fig. 384, *B*). Die papillenartig hervorstehende Tochterzelle teilt sich zuerst durch Längs-, dann durch Querwände und wächst ohne Scheitelzelle zu einem meristematischen, nach vorn sich verbreiternden, sich mit Wurzelhaaren bedeckenden Keimling heran (vgl. Fig. 384, *E*). Bisweilen jedoch entwickeln die Papillen, den Wurzelhaaren der Rhizome ähnlich, an ihrer Spitze wieder eine Brutknospe, so dass einer Mutterbrutknospe oft ganze Gruppen von Tochterbrutknospen aufsitzen können. An dem sich verbreiternden Vorderende des nunmehr keulenförmigen Keimlings

(vgl. Fig. 384, *E*), der eine Scheitelzelle nicht erkennen lässt, macht sich bald eine von Haaren freie Stelle, der Vegetationspunkt, bemerkbar, während die Basalpartien außen gelblich werden und in Dauergewebe übergehen. Auch diese jungen Keimpflanzen sind bisweilen im stande, an ihren Wurzelhaaren Bulbillen zu erzeugen. Die sehr bald auftretende erste Gabelung (Fig. 384, *D*) erfolgt einfach dadurch, dass der Scheitel in der Mitte durch einen sich bildenden Dauergewebsstreifen in zwei zerlegt wird, welche in gleichem Maße weiter wachsen. Jetzt pflegen mehrere Gabelungen rasch auf einander zu folgen (vgl. Fig. 384, *C*), und zwar ungefähr in zu einander senkrechten Ebenen. In diesem Stadium beginnt an den Scheiteln eine eingesenkte tetraëdrische Scheitelzelle immer deutlicher hervorzutreten. Vor jeder Gabelung verschwindet sie jedoch, da durch die Scheitelmitte wieder ein Dauergewebsband gezogen wird; an den neu gebildeten Scheiteln erscheint sie sehr bald wieder. Die Pflanzen wachsen dann unter starker Streckung der Glieder zu den oben beschriebenen korallenartig verzweigten Rhizomen von der ersten Form heran (Fig. 384, *F*). Der Gefäßstrang wird erst sehr spät herausdifferenziert.

Sporangien. In den oberen jüngeren Regionen älterer Sprosse werden anstatt der Blätter Sporen erzeugende Organe ausgegliedert. Diese haben die gleiche Stellung wie die ersteren, bei *Psilotum triquetrum* Sw. und *Tmesipteris* unregelmäßig, bei *Psilotum flaccidum* Wall. zweizeilig, sie sind häufig mit ihnen untermischt oder vertreten dieselben ganz in den betreffenden Sprosszonen, nach oben und unten gehen sie jedoch mehr oder weniger allmählich in die gewöhnlichen B. über.

Bei *Tmesipteris* zeigen diese Gebilde zwei den gewöhnlichen ähnlich gestaltete Blättchen an einem gemeinsamen deutlichen Stiel; sie sind ebenfalls einnervig und stellen ihre Blattflächen in ähnlicher Weise mehr oder weniger parallel der Hauptachse (Fig. 381). Auf der Oberseite dieses Gebildes am Grunde der beiden Blättchen befindet sich ein sitzendes, längliches, oben und unten etwas zugespitztes, in der Mitte eingeschnürtes Sporangium (Fig. 381, *B*—*E*). Dasselbe ist an der Einschnürungsstelle im Inneren durch eine Scheidewand in zwei Fächer geteilt, welche sich durch einen Längsriss (in je 2 Klappen) öffnen. In frischem Zustande sind die Sporangien orangerot und von fester, später knochenharter Consistenz.

Bei *Psilotum* besteht das sporenerzeugende Gebilde ebenfalls aus zwei den gewöhnlichen B. ähnlichen, am Grunde zusammenhängenden Schüppchen (vgl. Fig. 382, *B*, *C*). Etwas unterhalb ihrer Vereinigungsstelle auf der Oberseite befindet sich bei dieser Gattung ein ziemlich großes, kugeliges, oben etwas eingedrücktes, kurz gestieltes Sporangium. Dasselbe ist äußerlich sechsfurchig, im Inneren durch Scheidewände in drei Fächer geteilt, von denen das der Hauptachse abgewandte in die Medianebene fällt (Fig. 382, *C*). Die derbe Haut ist orangerot oder gelb gefärbt und springt bei der Reife mit über die Mittellinien hin verlaufenden senkrechten Spalten auf.

Die Außenwand des Sporangiums ist bei beiden Gattungen mehrschichtig, die Oberhaut besteht aus großen nach innen gestreckten Zellen mit verkorkten Wänden (Fig. 385, *C*); stets ist das gesamte Gebilde an den Centralstrang des Stammes durch ein Gefäßbündel angeschlossen, dasselbe dringt mit seinen letzten Tracheïden bis in die Scheidewände des Sporangiums vor (*h* in Fig. 385, *C*). An den Übergangsstellen zwischen den sterilen und fertilen Zonen oder bei kümmerlichen Individuen kommen mannigfache Abnormitäten vor, indem z. B. das ganze Sporangium oder eins der Fächer rudimentär bleibt, ferner jedoch auch solche, bei welchen durch partielles oder gänzliches Unterbleiben der Scheidewandbildung Einfächerigkeit eintritt. Andererseits ist auch Vergrößerung der Fächerzahl (z. B. bei *Tmesipteris* 3 anstatt 2) möglich; Verwachsung der Blättchen zu einer Blattfläche findet auch nicht selten statt.

Entwickelung der sporangienerzeugenden Gebilde. Das Sporangiophor, womit dieses Gebilde der Kürze halber bezeichnet sei, wird, wie oben erwähnt, in derselben Stellung wie die gewöhnlichen B. ausgegliedert. In seinen ersten Entwickelungsstadien bildet dasselbe eine seitlich am Vegetationskegel sich hervorwölbende Protuberanz und ist dann von den gewöhnlichen Blättern nicht zu unterscheiden. Am Scheitel dieser Auswüchse ist ebenfalls häufig eine dreikantige prismatische Zelle zu beobachten, ohne

dass alle Zellen des Gebildes mit Sicherheit als Segmente dieser Scheitelzelle zu deuten wären. Dicht unterhalb des Sporangiophorenscheitels, auf der der Hauptachse zugekehrten Seite wölbt sich eine Gruppe von Oberflächenzellen hervor, und durch intensive Zellbildung entsteht ein Gewebekörper, in dessen Innerem bei *Tmesipteris* zwei, bei *Psilotum* drei Archespore ausgesondert werden. Jedes Archespor besteht aus wenigen, durch mehr körnigen Inhalt ausgezeichneten Zellen (schattiert in Fig. 385, *A* und *B*); die dazwischenliegenden fertilen Zellgruppen geben den Scheidewänden (bei *Tmesipteris* nur eine) ihren Ursprung. Es ist jedoch zu bemerken, dass die Archesporgruppe weder nach der äußeren Sporangiumwand, noch nach den Scheidewänden zu scharf abgegrenzt ist. Im weiteren

Fig. 385. Entwickelung des Sporangiums bei *Psilotum triquetrum* Sw. — *A* Senkrechter Schnitt durch ein junges Sporangium, der Schnitt ist durch eine Scheidewand und die Mitte eines Faches geführt, die schattierte Zelle ist das Archespor, Vergr. 150. — *B* Wagerechter Schnitt durch ein etwa ebenso altes Sporangium wie *A*, Archespor aus ein oder wenigen Zellen bestehend, schattiert, b_1 b_2 die beiden Blättchen, *st* Stengel; Vergr. 150. — *C* Hälfte eines senkrechten Schnitts durch ein älteres Sporangium, *h* die Tracheïden, die Sporangiumwand hat sich schon in Epidermis und innere als Tapete (*t*) fungierende Schichten differenziert, im Fache selbst sind *sp* (schattiert) die sporogenen, die dazwischenliegenden Zellen bleiben steril und werden später aufgesaugt, Vergr. 100. (Alles nach Bower.)

Entwickelungsverlauf wird nun im Gegensatz zu den *Lycopodiaceae* keine durch ihren besonderen Zellinhalt kenntliche Tapetenschicht um die sporogenen Gewebe herum abgeschieden, es findet jedoch auch hier eine Resorption der angrenzenden Zelllagen der Außen- und Scheidewand (*t* in Fig. 385, *C*), sowie der Basalpartien statt. Bei kümmerlicher Ernährung werden eine größere Anzahl oder auch alle Scheidewandzellen von den sporogenen Zellen resorbiert, oder dieselben werden selbst zu Sporenmutterzellen. Es tritt dann Communication der Fächer oder auch völlige Einfächerigkeit des Sporangiums ein. Während bei den *Lycopodiaceae* alle aus dem Archespor hervorgegangenen Zellen zu Sporenmutterzellen werden, ist das bei den *Psilotaceae* stets nur zum größeren Teil der Fall (*sp* in Fig. 385, *C*), in vielen der Zellen unterbleibt die Tetrasporenbildung, und ihr Inhalt wird von den benachbarten Sporenmutterzellen aufgesaugt. Bei *Psilotum* lässt sich

am Scheitel des Sporangiums nicht selten eine schmale dreikantige, pyramidale Zelle beobachten, ohne dass notwendig alle Zellen des Sporangiums als Segmente derselben aufzufassen sind.

Sehr bald nach dem beginnenden Hervorwölben des Sporangiums auf dem Sporangiophor stellt der Scheitel des letzteren sein Wachstum ein, und auf beiden Seiten, etwas unterhalb von ihm, entstehen Zellhöcker, welche zu den beiden seitlichen, das Sporangiophor der *Psilotaceae* stützenden Blättchen heranwachsen. Sie krümmen sich etwas nach oben und bilden für die Sporangiumanlage eine schützende Bedeckung ($b_1\, b_2$ in Fig. 385, *B*). Im weiteren Entwickelungsverlauf weichen nun die Gattungen voneinander ab, bei *Tmesipteris* findet noch eine lebhafte Streckung des Sporangiophorengrundes und eine erhebliche Vergrößerung der Blättchen statt (Fig. 381), was bei *Psilotum* nur noch in sehr geringem Maße der Fall ist (Fig. 382).

Deutung des Sporangiophors. Bisher war nur *Psilotum triquetrum* der Gegenstand alleiniger Untersuchung gewesen. Juranyi deutete das Sporangiophor als einen Seitenast und das Sporangium als ein an diesem endständiges durch Verwachsung dreier den Lycopodiensporangien entsprechender Organe entstandenes Gebilde. Er stützte sich hauptsächlich auf die Thatsache, dass den Sporangiophoren bei *Psilotum triquetrum* im Gegensatz zu den gewöhnlichen B. ein Gefäßbündelstrang zukommt und außerdem auf die von ihm am Scheitel des kugeligen sporenerzeugenden Gebildes beobachtete Scheitelzelle. Auch Strasburger, Sachs und Goebel deuten das Sporangiophor als ein durch Reduction und Verwachsung einer ganzen Lycopodiumähre entstandenes Produkt. Dieselben leugnen jedoch das Vorhandensein einer distinkten Scheitelzelle. Schon Luerssen und vor ihm Brogniart u. a. verglichen das Psilotaceensporangiophor mit dem Lycopodiaceensporophyll, und ersterer erblickte in der Fächerung eine ähnliche Differenzierung, wie sie unter den Farnen im Sporangium der *Marattiaceae* eintritt. Prantl schloss sich dieser Meinung im wesentlichen an, hielt jedoch an der Anschauung fest, dass das Sporangium, von ihm als Sorus gedeutet, den Gipfel des seitlichen Gebildes darstellt. Durch die Untersuchungen von Solms für *Psilotum* und Bower für *Tmesipteris* sind jedoch folgende neue Resultate gewonnen worden:

1. Der Scheitel des Sporangiophors liegt nicht im Scheitel des Sporangiums, sondern in der Grube zwischen den beiden Blättchen und dem Sporangium, das letztere wird also von der Oberseite des ganzen Gebildes hervorgebracht wie das Sporangium von *Lycopodium* vom Sporophyll, auch entsprechen die ersten Entwickelungsstadien des Sporangiums vollkommen denen des Lycopodiensporangiums.

2. Die Ausbildung der Blättchen und des Sporangiums erfolgt zu gleicher Zeit.

3. Eine wirklich distinkte Scheitelzelle, von welcher alle Zellen des Sporangiums als Segmente abzuleiten sind, ist am Scheitel desselben nicht zu beobachten.

4. Die Sporangiophore entstehen genau so und haben dieselbe Stellung wie die gewöhnlichen Blätter, auch sind mannigfache Zwischenstufen zwischen beiden zu beobachten.

5. Bei *Psilotum flaccidum* Wall. und *Tmesipteris* haben auch die gewöhnlichen B. ein Gefäßbündel, bisweilen ist ein solches auch bei *Ps. triquetrum* Sw. zu beobachten.

6. Bei kümmerlicher Ernährung und rudimentärer Ausbildung tritt Vereinfachung im Bau des Sporangiophors ein, dergestalt, dass die Scheidewände ganz oder teilweise resorbiert werden, und ihre Zellen selbst zu Sporenmutterzellen werden können. Unter günstigen Umständen kann bei beiden Gattungen Vermehrung der Sporangiumfächer und der Stützblättchen eintreten.

Aus diesen Gründen wird es das Einfachste und Natürlichste sein, das Sporangiophor als ein den übrigen B. gleichwertiges, zum Zwecke der Fortpflanzung eigentümlich differenziertes Blattgebilde aufzufassen und zu der Deutung von Luerssen zurückzukehren, nach welcher das Psilotaceensporangiophor ein dem Lycopodiensporophyll gleichartiges Gebilde darstellt; die Fächerung desselben, die Verteilung von sterilen Zellen zwischen die Sporenmutterzellen und das Vordringen des Gefäßbündels bis in die Scheidewände sind dann nur als in anbetracht der erheblichen Größe recht zweckmäßige, und zur genügenden Nahrungszufuhr sogar nötige Differenzierungen aufzufassen.

Die Sporen entstehen im Gegensatz zu denen der *Lycopodiaceae* durch Teilung der Sporenmutterzelle in vier Kugelquadranten, deren Kanten in eine Linie zusammenfallen. Die ohne Färbung erkennbaren Kerne liegen daher ungefähr in einer Ebene. Aus diesen Gründen ist die Sporenbildung von *Psilotum* ein sehr günstiges Object zur Beobachtung von Zellkernteilungen. Die Sporen (vgl. Fig. 382, *D*, *E*) sind ihrer Entstehung zufolge streng bilateral gebaut, länglich elliptisch oder fast nierenförmig und mit einer verdickten Längsleiste versehen, im übrigen jedoch ohne besondere Verdickungen des Exosporiums. Fast stets ist der Zellkern ohne Färbungen als stärker lichtbrechendes kugeliges Gebilde nahe der Mitte zu erkennen. Das übrige Plasma ist von stark schaumiger Beschaffenheit. Die Sporen von *Tmesipteris* sind denen von *Psilotum* außerordentlich ähnlich. Das leichte Sporenpulver ist stets von schwach schwefelgelber Farbe und wird, da die Sporangienklappen stark auseinander weichen und die fructifizierenden Sprosse oft sehr beweglich sind, vom Wind vollkommen verstäubt.

Lebensweise. Alle *Ps.* gedeihen nur in einem an organischen Stoffen reichen Substrat und sind mit Hilfe der stets in ihren Rhizomen wohnenden Endophyten daher wahrscheinlich im stande, jene Stoffe direkt für sich nutzbar zu machen. Die Gattung *Psilotum* liebt ein tropisches oder subtropisches, feuchtwarmes Klima. In Australien scheinen einige Formen bezüglich der Feuchtigkeit geringere Ansprüche zu machen. *Ps. triquetrum* wächst am Grunde von Stämmen in der humosen Erde oder auch in Humusansammlungen auf den Bäumen und neigt in letzterem Falle zur Bildung von langen, hängenden Sprossen. Diese Art wird auch in den Gewächshäusern kultiviert und erscheint dann bisweilen spontan auf anderen Töpfen. Diese Pflanzen entstehen aus Fragmenten des sehr zerbrechlichen Rhizoms, welche mit Sendungen von Pflanzen aus den Tropen eingeschleppt oder beim Erneuern der Erde leicht verbreitet werden (vgl. auch Brutknospen). Eine schon lange bekannte Thatsache ist auch die große Empfindlichkeit der Pflanze, indem Abbrechen von Laubtrieben ein langes Sistieren des Wachstums oder das Eingehen der Stöcke zur Folge hat. Das bandartige *Psilotum flaccidum* Wall. ist ein echter Epiphyt und hängt in Büscheln von den Bäumen herunter. Dazwischen giebt es mehr oder weniger epiphytische Mittelformen, welche in den oberen Zweigsystemen zur Verflachung der Sprosse neigen. Überhaupt scheint bei *Ps.* mit hängender Lebensweise die Bildung von Flachsprossen, also die Vergrößerung der assimilierenden Fläche unzertrennlich verbunden zu sein.

Tmesipteris, welches etwas geringere Ansprüche bezüglich der Wärme stellt als *Psilotum*, bewohnt mit seinem Rhizom den dichten Filz an den Stämmen der Baumfarne (*Alsophila*, *Hemitelia*). Die kurzen Laubsprosse können hängend oder aufrecht sein. Einige Formen scheinen auch auf dem Erdboden gedeihen zu können.

Geographische Verbreitung siehe im systematischen Teil.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Seit langer Zeit schließt man die *Ps.* an die *Lycopodiaceae* an oder vereinigt sie auch mit dieser Familie, indem man in ihnen eigentümlich differenzierte Abkömmlinge derselben oder ähnlicher Pflanzenformen erblickt. Und durch die vergleichend entwickelungsgeschichtlichen Arbeiten von Solms und Bower, welche die Gleichwertigkeit der fertilen Organe mit den Blättern und der gefächerten Sporangien mit dem einfachen *Lycopodium*-Sporangium dargethan haben, gewinnt die Annahme noch mehr an Wahrscheinlichkeit. Andererseits dürften die Eigentümlichkeiten der beiden Gattungen doch mannigfach und wichtig genug sein, um die Abtrennung von den *Lycopodiaceae* wohl zu rechtfertigen. Erwähnt sei hier z. B. die so ganz von den *Lycopodiaceae* abweichende Gestalt und Bildung der Sporen. Ob nun das Fehlen typischer Wurzeln bei den *Ps.* eine Folge der saprophytischen Lebensweise ist wie bei vielen höheren Pflanzen, oder ob bei den *Ps.* nebst allen ihren Vorfahren nie die Bildung typischer Wurzeln stattgefunden hat, lässt sich nicht entscheiden. Für das letztere möchte fast die Thatsache sprechen, dass so zahlreiche *Lycopodium*-Arten mit ganz der gleichen Lebensweise noch typische Wurzeln haben, welche stets mit Haube versehen sind und niemals zu oberirdischen Sprossen auswachsen. Für das absolute

Fehlen der Wurzeln bei den *Ps.* könnte auch noch die Thatsache angeführt werden, dass bei den Verwandten, z. B. den *Lycopodiaceae* der Unterschied von Stamm und Wurzel noch ein im Vergleich zu den höheren Pflanzen wenig erheblicher ist, namentlich was den anatomischen Bau anbetrifft. Auch wird ja bei den *Lycopodiaceae* (vgl. daselbst: embryonale Entwickelung, Verwandtschaft) mit niedrigerer Entwickelungsstufe (*L. inundatum*, *L. cernuum*, *Phylloglossum*) die Wurzel erst sehr spät und genau so gebildet wie ein Stämmchen. Es ist also nicht ganz undenkbar, dass die *Ps.* mit den heutigen Lycopodien einen gemeinsamen Ursprung in wurzellosen Formen besitzen und dann die ersteren auch späterhin zu dieser Differenzierung einer Wurzel nicht vorgeschritten sind.

Die *Ps.* scheinen schon in den ältesten geologischen Epochen wie die Lycopodien den Höhepunkt ihrer Entwickelung gehabt zu haben. In besonders nahem Verwandtschaftsverhältnisse scheinen die *Ps.* zu manchen *Lepidodendraceae* zu stehen, wie die Untersuchungen von Bower ergeben haben. Bei jenen fossilen verwandten Familien dürfte der Mangel von Wurzeln und die Rhizombildung, welche uns die *Ps.* so merkwürdig erscheinen lassen, gar nicht selten gewesen zu sein, von den *Sigillariaceae* wissen wir es sogar ganz sicher.

Einteilung der Familie. Obwohl die beiden als Familie zusammengefassten Gattungen erheblich verschieden sind, lässt sich doch nicht sofort angeben, welcher der beiden Typen als höher entwickelt zu betrachten ist. Wenn wir jedoch annehmen, dass *Psilotum* aus Formen mit größeren Blättern hervorgegangen ist, und hierfür spricht die innerhalb dieser Gattung bis zum fast völligen Schwinden weitergehende Reduction in den Blättern, wenn wir ferner die Neigung zur Bildung dorsiventraler Sprosse und zu distinkterer Blattstellung als einen Fortschritt auffassen, so wird man *Psilotum* als einen etwas vorgeschritteneren Typus bezeichnen. Hierfür spricht auch der etwas kompliziertere Bau seines Sporangiums und die weiter gehende Differenzierung in den unter- und oberirdischen Sprosssystemen.

a. Sprosse meist einfach, ziemlich dicht beblättert; B. bis 3 cm lang und 1 cm breit mit deutlichem Mittelnerv, abstehend. Sporangien 2fächerig . . . **1. Tmesipteris** Bernh.

b. Sprosse reichlich gegabelt, mit sehr kleinen, oft angedrückten, entfernten Blättchen ohne deutlichen Mittelnerv; Sporangien kugelig, 3fächerig, 6furchig **2. Psilotum** Sw.

1. Tmesipteris Bernh.

Einzige Art: *Tm. tannensis* Bernh., vergl. die Fig. 381 (benannt nach der Insel Tanna der neuen Hebriden); lebt in Süd- und Ostaustralien, auf Tasmanien, Neuseeland, Norfolk, Neucaledonien und einigen Inseln Polynesiens (Samoa) in den Bergwäldern auf den Stämmen der Baumfarne, seltener auf dem Erdboden; interessant ist das von Warburg (Monsunia I. p. 99) festgestellte Vorkommen in den Gebirgen der Philippinen (Mindanao), vielleicht dürfte sie daher auch in den dazwischenliegenden Gebieten (etwa Neuguinea) in den Gebirgen aufgefunden werden. Aus Californien, von wo die Pflanze früher angegeben wurde, ist sie nie wieder bekannt geworden. Im Wuchs variiert *Tm.* sehr, es finden sich alle Übergänge von schlaff, bis fast 30 cm lang hängenden bis zu gedrungenen aufrechten Formen. Andere weichen durch einfach allmählich zugespitzte B. ab, man hat diese Form als *Tm. Billardieri* Endl. unterschieden, es finden sich jedoch nicht selten an demselben Spross alle Übergänge in den Blattformen. Auch im anatomischen Bau kommen Verschiedenheiten vor. Auf Grund derselben hat Dangeard die Gattung in 5 Arten gegliedert, er charakterisiert sie folgendermaßen:

I. Mark parenchymatisch.

1. Zahlreiche isolierte Tracheïdenbündel; Stamm und Rhizomrinde dick, collenchymatisch, Außenwand der Epidermis mit weitmaschigen Netzverdickungen. Robust, mit kräftigem Rhizom, B. zahlreich, genähert, schmal, lederig, abgestumpft, lang herablaufend, Spreite völlig vertical gestellt, düster gefärbt. Neucaledonien: *Tm. Vieillardi* Dang.

2. 3—4 verbundene Tracheïdenbündel, Rinde weniger gut entwickelt, Außenwände der Epidermis mit Spalten oder Punkten. Rhizom und Stamm gut entwickelt, letzterer verlängert, schlank, biegsam. B. sehr lang, herablaufend, schmal, abgestutzt, 3- oder 4-zeilig, Spreite vertical, Sporophylle sehr lang gestielt. Neusüdwales, Tasmanien: *Tm. elongata* Dang.

3. Wenige isolierte Tracheïdenbündel, Rinde dick, collenchymatisch, Außenwände der Epidermis mit zahlreichen kleinen Pünktchen versehen. Sehr robuste Art, B. sehr breit, dick, abgestumpft, unregelmäßig, Stiel der Sporophylle dick und kurz. — Tasmanien, Victoria, Neuseeland: *Tm. tannensis* Bernh.

II. Mark aus Fasern bestehend.

1. Im Stamm 7—8 vereinigte Tracheïdenbündel, Rinde mitteldick, Membranen verdickt, wenig collenchymatisch, Blattquerschnitt schmal, nach den Rändern zu verschmälert, B. sehr schmal, abgestumpft, herablaufend, zahlreich, wenig lederig, nicht dunkel gefärbt; kräftige Art (wie *Tm. Vieillardi*). Australien, Neuseeland. *Tm. truncata* Desv.

2. Mehrere Holzbündel, Rinde wie vor. Epidermiszellen beim Trocknen stark zusammenfallend. Blattquerschnitt breit, an den Rändern angeschwollen. B. breit, alle lanzettlich, mit starkem Flügel herablaufend, ziemlich regelmäßig nach zwei Seiten angeordnet. Schlank, aufrecht. — Blaue Berge. — *Tm. lanceolata* Dang.

Obwohl Dangeard die Constanz dieser Merkmale versichert, bedarf es wohl noch ausgedehnterer Untersuchungen an größeren Materialmengen, um zu entscheiden, ob wir es hier mit specifischen oder durch die Verschiedenheit des Standortes bedingten Unterschieden zu thun haben.

2. Psilotum Sw. (*Bernhardia* Willd.)

Die Gattung stellt eine Formenreihe dar, deren beide Extreme sich etwa folgendermaßen charakterisieren lassen:

a. Auf dem Erdboden lebend, ganz aufrecht oder nur in den letzten Enden überhängend, bis 50 cm hoch, Zweige, auch die oberen, dreikantig, unten etwa 3, oben etwa 1 mm breit, Verzweigung reichlich, in zwei ungefähr auf einander senkrechten Ebenen. B. ungefähr dreizeilig, bis 2 mm lang, angedrückt. Gefäßbündel des Stammes im Querschnitt rundlich, Hydromstern 5—10 strahlig: *Ps. triquetrum* Sw. (*Ps. nudum* (L.) Gris., vergl. Fig. 382, *A*—*F*), der häufigste Typus, weit verbreitet in den Tropen und Subtropen beider Hemisphären, nach Norden bis Japan und Florida, nach Süden bis Neuseeland, auch in ganz Australien, auf Madagaskar, in Natal; im tropischen Afrika jedoch selten: Usambara in Deutsch-Ostafrika, am Senegal (von Kamerun noch nicht bekannt). Gern im humosen Boden am Grunde von Palmenstämmen lebend. Eigentümliche, bis 2 dm hohe, völlig steif aufrechte Formen mit langem Hauptstengel und fast kopfig gedrängten Zweigchen mit sehr kurzen Gliedern finden sich auf einigen oceanischen Inseln: Ascension, Sandwichinseln.

b. In den ältesten Teilen liegend, auf Bäumen lebend, im übrigen schlaff herabhängend, liegende Sprosse rundlich oder kantig, hängende flach bandartig, bis 1 cm breit, mit Mittelrippe (vergl. Fig. 382, *G*, *H*), Verzweigung meist in einer Ebene, Glieder gestreckt, B. zweizeilig, oft kleiner als 1 mm, Zweige an den Einsatzstellen der B. mehr oder weniger eingekerbt, Gefäßbündel im Querschnitt meist quadratisch, Hydromstern 4-strahlig: *Ps. flaccidum* Wall. von ähnlicher Verbreitung wie die vorige Art, jedoch nicht so weit nach Norden und Süden, außerdem weit seltener, am verbreitetsten im tropischen Ostasien und auf den ostafrikanischen Inseln, weniger in Amerika.

Zwischen beiden Extremen existieren nun zahlreiche Mittelformen, so besonders solche, welche im unteren Teile aufrechte, kantige, im übrigen jedoch stark hängende und etwas abgeflachte (1—2 mm breite) schmal zweiflügelige Sprosse besitzen und distiche Anordnung der B. zeigen; die Einkerbungen der Sprosse sind verhältnismäßig tiefer als bei *P. flaccidum*. Man bezeichnet diese gleichfalls gern epiphytisch lebenden Formen als *Ps. complanatum* Sw. Sie sind im ganzen Verbreitungsgebiet des *P. triquetrum* S., besonders auch im tropischen Amerika, anzutreffen. Bisweilen sind die letzten Zweige überaus dünn und stark verlängert, sie hängen dann in rossschweifähnlichen Büscheln von den Bäumen herunter; diese Varietät ist besonders auf Java, den Philippinen und Neuguinea heimisch und wird als *Ps. capillare* Bl. bezeichnet.

Fossile Psilotaceae

von

H. Potonié.

(Gedruckt im Dezember 1900.)

Obwohl die recenten Psilotaceen durchaus den Eindruck eines im Aussterben begriffenen Relictes aus der Vorwelt machen, ist doch fossil nichts bekannt, was einigermaßen sicher zu den Psilotaceen gerechnet werden könnte.

Man hat sich daran gewöhnt, die »Gattung« *Psilophyton* Dawson aus dem Obersilur bis zum Oberdevon Nordamerikas zu den *Ps.* zu stellen, aber auch deren systematische Stellung ist in Wahrheit höchst zweifelhaft. Nach der kritischen Bearbeitung dieser Gattung von Solms (Devonische Pflanzenreste a. d. Lenneschiefern 1894/95) ist *Ps. princeps* Daws. die vorläufig einzige haltbare Art, Fig. 386; sie besitzt cylindrische, hier und da gegabelte, horizontal verlaufende Rhizome, die Wurzelfasern nach abwärts senden. *Stigmaria*-ähnliche Male, wohl Wurzelnarben und Pünktchen (Spreublattnarben?) bedecken die Rhizome. Nach aufwärts entsenden sie aufrechte, sich gabelnde Stämmchen, die mit vielen kleinen, spitzlichen Vorsprüngen (Blättern?) besetzt sind; zuweilen sind die Enden der Zweige ± stark spiralig eingerollt. In dem Centralbündel der Stengelteile wurden Treppenhydroiden gefunden. Alles andere über *Ps.* Angegebene ist ganz zweifelhaft.

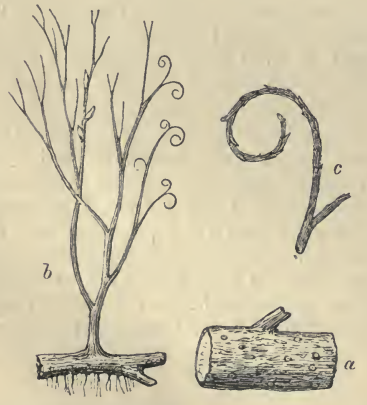


Fig. 386. *b* = *Psilophyton princeps* restauriert und wesentlich verkleinert, *a* = Rhizomstück und *c* = das Ende eines Sprosses, ebenfalls verkleinert. (Nach Dawson.)

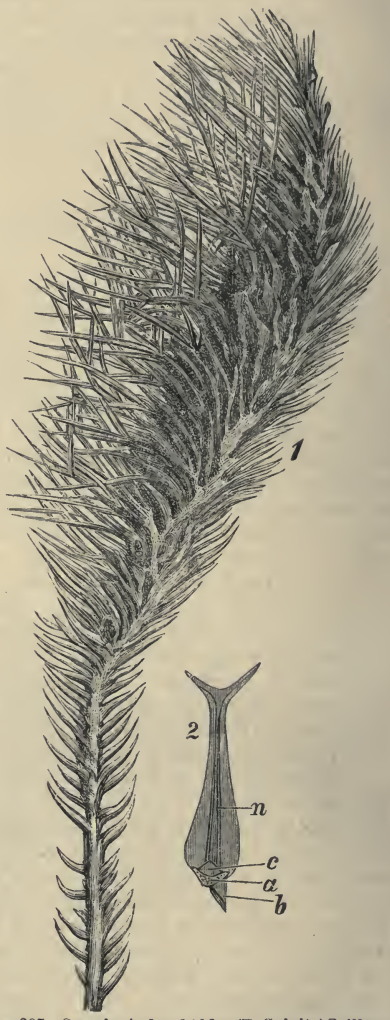


Fig. 387. *Gomphostrobus bifidus* (E. Geinitz) Zeiller et Pot. 1 = Sprossstück mit endständiger Blüte nach Marion, in 1/1. — 2 = ein Sporophyll von innen gesehen, in 1/1, nach Potonié. *n* = Mittelader, *a* = Narbe der Ansatzstelle an die Stengelachse, *c* = Ansatzstelle des »Sporangiums«, *b* = epidermaler Fetzen der Stengelachse.

Die Gattung *Gomphostrobus* Marion aus dem Unterrotliegenden, Fig. 387, gleicht habituell einer Lycopodiale und erinnert durch die am Gipfel einmal gegabelten Sporo-

phylle specieller an die Psilotaceen. Vergl. im übrigen die Figurenerklärung. Die meisten Autoren möchten *G.* aber zu den Coniferen stellen; Zeiller sagt z. B. (Éléments de paléobotanique 1900 p. 262): »Die Ähnlichkeit mit den *Walchien* (bekannten Coniferen des Rotliegenden. — P.) scheint mir zu groß, um einen Zweifel über die verwandtschaftlichen Beziehungen dieser beiden Gattungstypen zuzulassen«. (Ausführliches bei Potonié, Lehrbuch d. Pflanzenpaläontologie 1899 S. 261—263 und 299.)

Ob die von A. Hollick (Fossil Salvinias 1894) aus dem oberen Mesozoicum beschriebenen Reste in der That zu *Tmesipteris* gehören, bedarf weiterer Aufklärung.

Die Gattungen *Plumalina* Hall, *Psilotopsis* Heer, *Ptilophyton* Dawson *Trochophyllum* Lesq. und *Psilotites* sind teils Synonyme namentlich zu *Psilophyton*, teils sehr der Revision bedürftig, da die so bezeichneten Reste gar zu wenig bieten.

Selaginellaceae

von

G. Hieronymus, unter Mitwirkung von **R. Sadebeck.**

Mit vielen Einzelbildern in 20 Figuren.

(Gedruckt im Dezember 1900.)

Wichtigste Litteratur. Anatomie, Morphologie und Entwickelungsgeschichte. — G. W. Bischoff, Die kryptogamischen Gewächse II. Die Rhizokarpen und Lycopodeen. Nürnberg 1828. — A. Spring, Beiträge zur Kenntnis der Lycopodien (Flora Bd. I. 1838, S. 145—191, 193—205, 209—222). — Derselbe, Monographie de la famille des Lycopodiacées. II. Part (Mém. de l'Acad. roy. de Belgique. T. XXIV. Bruxelles 1849. Extrait) S. 273—345. — G. Mettenius, Beiträge zur Botanik, Heft I. Heidelberg 1850, S. 7—16. — W. Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen etc. Leipzig 1851, S. 111—123. — Derselbe, Beiträge zur Kenntnis der Gefäßkryptogamen (Abh. d. k. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Leipzig 1852). — C. Nägeli, Das Wachstum des Stammes und der Wurzel bei den Gefäßpflanzen und die Anordnung der Gefäßstränge im Stengel (Beiträge zur Wissensch. Bot. Leipzig 1858, I. Heft. S. 53—54). — L. Dippel, Über die Zusammensetzung der Gefäßbündel höherer Kryptogamen (Amtl. Ber. über die 39. Vers. d. Naturf. u. Ärzte, Sept. 1864, S. 142). — Al. Braun, Über die Gattung Selaginella (Selaginellae articulatae) (Monatsber. d. Berlin. Akademie 1865, S. 185—209). — C. Nägeli und H. Leitgeb, Entstehung und Wachstum der Wurzeln (Beiträge z. wissensch. Bot. Bd. IV. 1868, S. 124—131, Taf. XVIII). — A. Millardet, Le prothallium mâle des Cryptogames vasculaires. Strasbourg 1869. — W. Pfeffer, Die Entwickelung des Keimes der Gattung Selaginella (Botan. Abhandl., herausgeg. von Hanstein I. Bd. 80 S. mit 6 Taf. Bonn 1871. — E. Russow, Vergleichende Untersuchungen der Leitbündelkryptogamen etc. (Mém. de l'Acad. des sciences de St. Pétersbourg, VIIème sér. t. XIX. No. 1). Petersburg 1872, S. 134—139. — E. Strasburger, Einige Bemerkungen über Lycopodiaceen (Botan. Zeitung 1873, S. 81). — Al. Braun, Über die Blattstellung und Verzweigung der Lycopodiaceen, insbesondere der Gattung Selaginella (Verhandl. d. Bot. Ver. f. d. Prov. Brandenburg 1874. Sitzungsber. S. 60—63). — F. Hegelmaier, Zur Kenntnis der Lycopodineen (Bot. Zeitung 1874. No. 31—33). — J. Sachs, Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. Leipzig 1874, S. 454—475. — A. de Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig 1877. — Sidney H. Vines, On the homologies of the suspensor (Quarterly Microsc. Journ. 1877). — H. Bruchmann, Die vegetativen Verhältnisse der Selaginellen (Giebel's Zeitschr. f. d. gesamt. Naturwissensch. 1877, I. S. 524—526). — Thiselton Dyer, Morphology of Selaginella (Nature 1877, April 5. vol. XV. p. 489). — M. Treub, Recherches sur les organes de la végétation du Selaginella Martensii Spring. (Musée Bot. de Leide. t. II. 1877, 26 p. 5 pl.). — Chr. Luerssen, Handbuch der systematischen Botanik. I. Bd. Leipzig 1879,

S. 646—656. — R. Sadebeck, Die Gefäßkryptogamen in Schenk's Handbuch der Botanik. Bd. I. Breslau 1879/80, S. 300—305. — Blasius, Über Selaginella lepidophylla Spring. (Jahresber. d. Vereins f. Naturwissensch. zu Braunschweig 1879/80, S. 15 ff.). — K. Goebel, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Sporangien (Verhandl. d. Phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg N. F. Bd. XVI. 1880). — Derselbe, Beiträge zur vergleichenden Entwickelungsgeschichte der Sporangien II. (Bot. Zeitung XXXIX. 1881, S. 681—694, 697—706, 713—720, Taf. VI.). — Derselbe, Grundzüge der Systematik und speciellen Pflanzenmorphologie. Leipzig 1882, S. 315—333. — E. de Janczewski, Études comparées sur les tubes cribreux. (Mém. d. l. Soc. Nation. des Sc. nat. Cherbourg, T. XXIII. 1881.) Cherbourg 1882, p. 209 ff. — H. Potonié, Über die Zusammensetzung der Leitbündel bei den Gefäßkryptogamen (Jahrb. d. Kgl. Bot. Gartens und Botan. Museums zu Berlin II. 1883, S. 266 ff. — Wl. Belajeff, Antheridien und Spermatozoiden der heterosporen Lycopodiaceen (Botan. Zeitung XLIII. 1885, S. 793—802, 809—819, Taf. VIII). — Derselbe, Antheridien und Antherozoiden der heterosporen Lycopodiaceen. Moskau 1885, 71 p. Taf. I—IV. Russisch. — Ph. Van Tieghem et H. Douliot, Sur la polystélie. (Ann. d. sc. nat. 7. sér. III. 1886, p. 275—322, pl. XIII—XIV.). — Mac Nab, The stomata and ligules of Selaginella. (British Assoc. Rep. 1887). — J. Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Leipzig 1887. — E. Strasburger, Das Botanische Praktikum. 2. Aufl. Jena 1887, p. 465. — G. Haberlandt, Die Chlorophyllkörner der Selaginellen (Flora 1888, p. 291—305. Taf. V.). — Vladescu, Communication préliminaires sur la structure de la tige des Selaginelles (Journ. de Bot. 1889, p. 261—266). — P. A. Dangeard, Essai sur l'anatomie des Cryptogames vasculaires (Le Botaniste I. sér. 1889, p. 211—270. pl. X—XII.). — Leclerc du Sablon, Réviviscence du Selaginella lepidophylla (Bull. de la Soc. Bot. de France t. XXXV. 2. 1889, May 1.). — Derselbe, Sur l'endoderme de la tige des Selaginelles (Journ. de Botan. 1889, p. 207—208). — P. van Tieghem et H. Douliot, Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes dans les plantes vasculaires (Ann. sc. nat. 7. sér. t. VIII. 1889, p. 1—160, pl. 1—40). — W. P. Wojinowić, Beiträge zur Morphologie, Anatomie und Biologie der Selaginella lepidophylla Spring. Inaugural-Dissertation. Breslau 1890, 36 S. 4 Taf. — G. F. L. Sarauw, Versuche über die Verzweigungsbedingungen der Stützwurzeln von Selaginella (Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Generalversammlungsheft 1891. Bd. IX. p. (51)—(65)). — P. A. Dangeard, Sur l'equivalence des faisceaux dans les plantes vasculaires (Le Botaniste, t. II. 1892, p. 269—271, und Comptes rend. d. séanc. de l'Acad. d. soc. de Paris CXII. 1891). — J. Erikson, Bidrag till Kännedom om Lycopodinébladens anatomi (Gradual-Disput. Acta Univ. Lund XXVIII. Arbeiten des Bot. Institutes zu Lund 1892, 56 S. m. 2 Taf. 4°). — R. J. H. Gibson, On the Siliceous Deposit in the cortex of certain species of Selaginella Spr. (Ann. of Bot. 1893, p. 355—366). — Derselbe, Contributions towards a knowledge of the anatomy of the genus Selaginella Spr. Pt. I. The stem. (Ann. of Bot. VIII. 1894, p. 131—206, pl. IX—XII); Pt. II. The ligula (l. c. X. 1896, p. 77—88, pl. VIII); Pt. III. The leaf (l. c. XI. 1897, p. 123—155, pl. IX). — F. O. Bower, Studies in the morphology of sporeproducing membres. Pt. I. Equisetinae and Lycopodinae. (Proceed. Roy. Soc. London LIV., p. 172—176. — Nature XLVIII., p. 598—599). — Derselbe, Studies in the morphology of sporeproducing membres Equisetinae and Lycopodineae (Phil. Transact. Roy. Soc. London. vol. CLXXXV. 1894, p. 473—572, pl. 42—52). — E. Heinsen, Die Makrosporen und das weibliche Prothallium von Selaginella (Flora LXXVIII. 1894, S. 466—496). — H. Schenck, Die Kryptogamen im Lehrbuch der Botanik für Hochschulen von E. Strasburger, F. Noll, H. Schenck, A. F. W. Schimper, Jena 1894, S. 360—363. — W. Arnoldi, Die Entwickelung des weiblichen Vorkeimes bei den heterosporen Lycopodiaceen (Botan. Zeitung LIV. 1896, S. 159—168, m. 1 Taf.). — B. Jönsson, Zur Kenntnis des anatomischen Baues des Blattes (Acta Reg. Soc. Phys. Lund VII. in Acta Univers. Lund XXXII. 1896; 23 p., 2 tab.). — H. Bruchmann, Über einige Ergebnisse der Untersuchungen, die Vegetationsorgane von Selaginella spinulosa A. Br. betreffend (Zeitschr. f. Naturw. Halle, 4 F., Bd. III. S. 356—357). — Derselbe, Untersuchungen über Selaginella spinulosa A. Br. Gotha 1897, 64 S. m. 3 lithogr. Taf. — J. Behrens, Über die Regeneration bei den Selaginellen (Flora, Ergänzungsband LXXXIV. 1897, S. 159—166). — F. Cornaille, Note sur la structure de la fronde dans le genre Selaginella (Bull. Soc. Roy. de Bot. de Belgique, t. XXXVI. 1897, p. 100—119. Taf. VII—IX). — C. von Nägeli, Embryobildung bei den Gefäßkryptogamen in M. Westermeier: Über die erste morphologische Differenzierung am Phanerogamenkeimling (Comptes rend. 4. Congr. scient. intern. d. catholiques à Fribourg, 16.—20. Aug. 1897), 32 S. 1 Taf. u. 11 Textfig. — L. Dippel, Das Mikroskop und seine Anwendung. Bd. II. Anwendung des Mikroskops auf die Histologie der Gewächse. 2. Aufl. 660 S. m. 434 Fig. u. 3 Taf. Braunschweig 1898. — K. Goebel, Organographie der Pflanzen, insbesondere der

Archegoniaten und Samenpflanzen. I. Teil, Allgemeine Organographie, Jena 1898; II. Teil, Specielle Organographie. 2. Heft, Pteridophyten und Samenpflanzen, Jena 1900. — H. Fittig, Bau und Entwickelungsgeschichte der Makrosporen von Isoëtes und Selaginella und ihre Bedeutung für dié Kenntnis des Wachstums pflanzlicher Zellmembranen (Botan. Zeitung LVIII. 1900, Heft VII/IX, p. 107—165. m. Taf. V u. VI).

Systematik.

Monographische Bearbeitungen der ganzen Familie aus neuerer Zeit. A. Spring, Monographie de la famille des Lycopodiacées. II. Pt. (Mém. de l'Acad. roy. de Belgique t. XXIV., Extrait.) Bruxelles 1849, p. 52—264. — J. G. Baker, Handbook of the Fern-Allies. London 1887, p. 31—123. (Vorher erschienen mit dem Titel: »A synopsis of the genus Selaginella« im Journ. of Bot. XXI—XXIII).

Systematische Arbeiten ohne Berücksichtigung bestimmter Gebiete oder auf mehrere Gebiete bezüglich. O. Swartz, Synopsis Filicum. Kiel 1806, p. 404 ff. — C. Schkuhr, Kryptogamische Gewächse. Wittenberg 1809, I. Taf. 165. — G. F. Kaulfuß, Enumeratio filicum in itinere circa terram ab A. de Chamisso collectarum, Lipsiae 1824. — Desvaux, Prodrome de la famille des fougères (Ann. soc. Linéenne de Paris, vol. VI. 2ème part. Mém. Paris 1827, p. 185—192). — H. Fr. Link, Filicum Species in Horto Regio Botanico Berolinensi cultae. Berolini 1841, p. 158—160. — G. Mettenius, Filices Horti Botanici Lipsiensis. Leipzig 1856. p. 122—125. — Al. Braun, Index Seminum Horti Botan. Berolinensis 1857, appendix p. 11; et 1859, appendix p. 21. — Derselbe, Revisio Selaginellarum hortensium. (Annal. de scienc. nat. 4. sér. XIII. 1860, p. 54—94). — J. Milde, Filices Europae et Atlantidis Asiae minoris et Sibiriae 1867, p. 258—274. — Al. Braun, et Bouché, Selaginellarum quae in hortis aut coluntur, aut colebuntur nomenclator reformatus. (Ann. d. scienc. nat. 5. sér. vol. X, 1869, p. 370—378). — Chr. Luerssen, Verzeichnis der Gefäßkryptogamen, welche Dr. H. Wawra auf seiner Erdumsegelung mit der Fregatte »Donau« 1868—1871 und auf der Reise mit den Prinzen Philipp und August von S.-Coburg 1872 und 1873 sammelte. (Flora, 1876, No. 15, 18 u. 19). — E. Sandford, Manual of exotic Ferns and Selaginella compr. descript. of over 1000 species and varieties etc. London 1882. — M. Kuhn, Farne und bärlappartige Gewächse in »Forschungsreise S. M. S. Gazelle in den Jahren 1874—1876«. Tl. IV. Botanik. Berlin 1889. — R. J. H. Gibson, Note on the Diagnostic characteres of the subgenera and species of Selaginella Spr. (Trans. Biol. Soc. Liverpool. Vol. VIII. 1894). — G. Hieronymus, Selaginellarum species novae I. Species novae e sectione Homoeophyllarum, subsectione Rupestrium. (Hedwigia XXXIX. 1900 S. 290—320).

Systematisch-floristische Arbeiten, welche sich auf bestimmte geographische Gebiete beziehen.

Europa.

C. G. Bernoulli, Die Gefäßkryptogamen der Schweiz. Basel 1857, S. 84—86. — J. Milde, Die höheren Sporenpflanzen Deutschlands und der Schweiz. Leipzig 1865, S. 136—138. — Chr. Luerssen, Die Farnpflanzen oder Gefäßbündelkryptogamen in Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland etc. 2. Aufl. III. Bd. Leipzig 1889, S. 863—877. — P. Ascherson und P. Gräbner, Synopsis der Mitteleuropäischen Flora. I. 1896, S. 158—163.

Nordamerika.

J. Macoun, Catalogue of Canadian plants. Part. V. Acrogenes. (Geol. and nat. hist. survey of Canada. Montreal 1890). — J. M. Coulter, Botany of Western Texas III. (Contr. U. S. Nat. Herb. II. 3. 1894. Pteridoph. p. 557—568). — L. M. Underwood, Selaginella rupestris and its allies (Bull. of the Torrey Botan. Club. XXV. 1898, p. 125—133). — A. A. Eaton, A new species of Selaginella (Fern Bull. VII. 1899. n. 2, p. 33—34). — L. M. Underwood, Our native ferns and their allies. 1. ed. 1881; 6. ed. rev. 1900. New-York.

Afrika, madagassisches Gebiet.

M. Kuhn, Filices Africanae. Leipzig 1868, S. 31, 188—194, 211—214. — Derselbe, Cryptogamae vasculares in Von der Decken's Reisen III. 3. Botanik. Leipzig und Heidelberg 1879, p. 61 ff. — J. G. Baker, On a collection of ferns made by Langley Kitching Esqu. in Madagascar (Journ. of Bot. IX. 1880, S. 326—330; 369—373). — Derselbe, Ferns collected by the Rev. J. Hannington in East Tropical Africa (Journ. of Bot. XXI. 1883, p. 245). —

Derselbe, Ferns collected in Madagascar by M. Humblot (Journ of Bot. XXII. 1884, p. 139—144). — J. Cordemoy, Flore de l'île de la Réunion. Fasc. I. Cryptogames vasculaires (Bull. de la Soc. de Sciences et des Arts de l'île de Réunion 1890/91. Saint-Denis (Réunion) 1891) p. 99—104. — A. Engler, Hochgebirgsflora des tropischen Afrika (Abhandl. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wissensch. 1891. Berlin 1892, S. 108—109). — Th. R. Sim, The Ferns of South Africa. Cape Town and Johannesberg 1892, p. 248—255. — G. Hieronymus, Pteridophyta in Engler, Pflanzenwelt Ostafrikas und der Nachbargebiete C. Berlin 1895, S. 94 ff. — H. Christ, Selaginella aequilonga n. sp. in Schinz, Beiträge zur Kenntnis d. afrikan. Flora (Bull. de l'Herb. Boissier III. 1895, p. 375). — R. Sadebeck, Filices Camerunianae Dinklageanae (Sep. aus Jahrb. d. Hamburg. Wissensch. Anstalt. Beiheft XIV. 1896. Hamburg 1897), p. 15—17.

Tropisches und östliches Asien.

G. H. K. Thwaites, Enumeratio plantarum Zeylaniae V. London 1864, p. 377. — V. Cesati, Felci e specie nei gruppi affini raccolte a Borneo dal Signor O. Beccari. (Atti della R. Accademia delle scienze fis. e mat. vol. VII. No. 8. 1876, p. 35—36. — Franchet et Savatier, Enumeratio plantarum in Japonia sponte crescentium. Vol. II. Paris 1879, p. 615 ff. — J. G. Baker, Report on a collection of ferns made in the north of Borneo by F. W. Burbidge (Journ. of Bot. N. S. VIII. 1879, p. 37—44). — Derselbe, On a collection of ferns made by Dr. Beccari in Western Sumatra (Journ. of Botany IX. 1880, S. 209 ff.). — Chr. Luerssen, Pteridologische Notizen III. Zur Farnflora Hinterindiens und West-Sumatras (Botan. Centralblatt Bd. XI. 1882, S. 79. — R. Zeiller. Fougères recueillies dans la péninsule Malaire par M. R. Morgau (Bull. Soc. Bot. de France VII. 2. sér. 1885, p. 70—80). — O. Beccari, Revista delle Felci e Licopodiacee di Borneo e della Nuova Guinea enumerate o descritte del Bar. V. Cesati. (Malesia III. fasc. I. Genova 1886, p. 16—55). — J. G. Baker, Tonquin Ferns (Journ. of Botany XXVIII. 1890, p. 262—268). — Derselbe, Selaginella Kunstleri n. sp. in Decades Kewenses (Kew Bull. of Misc. a. Inf. 1893, p. 14). — Derselbe, New Ferns of 1892—1893 (Ann. of Bot. VIII. 1894, p. 131). — H. Christ, Filices Sarasinianae. (Verhandl. d. naturf. Gesellsch. Basel XI. 1895, S. 218, 257). — E. Baroni et H. Christ, Filices plantaeque filicibus affines in Shen-si septentrionali, provincia imperii sinensis, a Rev. Patre Josepho Giraldi collectae (N. Giorn. Bot. Ital. N. S. IV. 1897, p. 86—102, 3 tab.; Richerche e Lavori d. R. Mus. ed Orto Bot. d. Firenze, I., p. 37—55, 3 tab.). — H. Christ et A. Billot, Note sur la Flore du Haut-Tonkin (Bull. Scient. de la France et de la Belgique. XXVIII. Paris 1898, p. 277—278). — H. Christ, Filices Insularum Philippinarum (Bull. de l'Herb. Boissier. VI. 1898, p. 209—210). — M. Raciborski, Die Pteridophyten der Flora von Buitenzorg. Leiden 1898, S. 246—250. — O. Warburg, Monsunia. Bd. I. Beiträge zur Kenntnis der Vegetation des süd- und ostasiatischen Monsungebietes. Leipzig 1900, p. 100—136, Taf. III—IV. — L. Diels, Die Flora von Central-China. (Engl. Botan. Jahrb. XXIX. 1900, S. 210—214).

Melanesien, Polynesien, Australien.

Chr. Luerssen, Filices Graeffeanae, Beitrag zur Kenntnis der Farnflora der Viti-, Samoa-, Tonga- und Ellice's Inseln (Mitteil. aus d. Gesamtgebiete d. Botanik von Schenk u. Luerssen. Bd. I. Leipzig 1871, p. 272—274). — Derselbe, Die Farne der Samoa-Inseln (l. c. S. 345—415). — Derselbe, Gefäßkryptogamen in H. Wawra, Beiträge zur Flora der Hawai'schen Inseln (Flora 1875. No. 27 u. 28). — Derselbe, Ein Beitrag zur Farnflora der Palaos- oder Pelow-Inseln (Journ. des Museums Godeffroy, Bd. I. 1875, S. 52—58). — Derselbe, Zur Flora von Queensland II. Teil (l. c. 1875). — G. Bentham, Flora Australiensis VII. London 1878, p. 677—679. — J. G. Baker, On a collection Ferns gathered in the Fiji-Islands by Mr. John Horne (Journ. of Bot. N. S. VIII. 1879, p. 292—300). — Derselbe, A new Selaginella from New-Guinea (Journ. of Bot. XXIII. 1885, p. 122). — W. Hillebrand, Flora of the Hawaian Islands. London 1885, p. 647—650. — Ferd. Baron von Müller and J. G. Baker, On a new Selaginella from New-Guinea (Journ. of Bot. 1888, p. 26). — H. Christ, Pteridophyten in F. Reinecke, Die Farne der Samoa-Inseln. (Engl. Bot. Jahrbüch. XXIII. 1896, p. 366—368).

Mittelamerika.

A. Grisebach, Flora of the British West-Indian Islands. London 1864, p. 645—646. — A. L. A. Fée, Histoire des Fougères et des Lycopodiacées des Antilles. 11ème Mém. Paris 1866, p. 132—135. — T. Husnot, Catalogue des Cryptogames recueillies aux Antilles françaises

en 1868 etc. Caen 1870, p. 58. — E. Fournier, Fougères et Lycopodiacées de Tetela del' Oro (Mexique) (Bull. de la Soc. bot. 1875. Comptes rend. d. séanc. p. 151). — Biologia Centrali americana. Botany by W. B. Hemsley. Vol. III. London 1885, p. 704—709. — J. G. Baker, Selaginella Jenmani (Gardn. Chron. 3. sér. II. 1887, p. 154). — S. M. Underwood, A new Selaginella from Mexico (Bull. of the Torrey Bot. Club XXI. 1894, p. 268—269). — Derselbe, Pteridophyten in Chr. F. Millspaugh, Contribution II. to the coastal and plain flora of Yucatan (Field Columb. Museum. Publ. 15. Bot. Ser. Vol. I. No. 3. Chicago 1896, p. 287 t. X). — H. Christ, Selaginellaceae in Durand et Pittier, Primitiae Florae Costaricensis (Bull. Soc. Roy. de Bot. de Belgique. XXXV. 1896, p. 250—255). — L. Krug, Pteridophyta in J. Urban, Additamenta ad cogn. flor. Indiae Occid. IV. (Engl. Bot. Jahrb. XXIV. 1897, S. 149—152). — G. S. Jenman, Ferns: synoptical list (Bull. Bot. Dep. Jamaica V. 1898, p. 255—260). — Derselbe, Selaginella humile and S. mazaruniense n. sp. (Gardn. Chron. 3. sér. XXII. 1897, p. 210). — Derselbe, Selaginella Crügeri n. sp. (l. c. p. 378).

Südamerika.

A. Fr. Spring, Lycopodinae in Martius, Flora Brasiliensis. I. 2. 1840, p. 117—132. — Cl. Gay, Historia de Chile. Botanica. Vol. VI. 1853, p. 546—548. — A. Braun, Selaginelleae in J. Triana et J. E. Planchon, Prodromus Florae Novogranatensis (Ann. d. scienc. nat. 5ème sér. t. III. Paris 1865, p. 270—305). — A. L. A. Fée, Cryptogames vasculaires du Brésil. I. Paris 1869, p. 226—233, 267; II. Paris 1872—1873, p. 98—101. — J. G. Baker, On a collection of ferns made by Mr. Kalbreyer in New-Granada. Summer 1880 for Mesers Veitsch (Trimen's Journ. of Bot. XIX. 1881, p. 208). — Van Geert, Selaginella Emmeliana (Rev. del' Hortic. Belge et étrang. 1884, No. 10). — C. Maury, Enumération des plantes des Haut-Orénoque récoltées par M. M. Chaffanjon et A. Gaillard. (Journ. de Bot. III. 1889. p. 130). — H. Schmitz, Selaginella Emmeliana (Möller's Deutsch. Gärtn. Zeitung. VIII. 1893, S. 249—250 mit Abbild.). — Th. Emmel, Zur Geschichte der Selaginella Emmeliana Van Geert (l. c. p. 250). — F. Katzer, Weiteres zur Geschichte der Selaginella Emmeliana, (l. c. p. 400). — A. Sodiro, Cryptogamae vasculares quitenses, adjectis speciebus in aliis provinciis ditionis ecuadorensis hactenus detectis. Quiti 1893, p. 589—625. — H. Schenck, Brasilianische Pteridophyten (Hedwigia XXXV. 1896, p. 149—150). — G. Hieronymus, Beiträge zur Kenntnis der Pteridophytenflora der Argentina und einiger angrenzenden Teile von Uruguay, Paraguay und Bolivien (Engl. Bot. Jahrb. XXII. 1896, p. 417—420).

Merkmale. Heterospore Pteridophyten mit zwei selbständigen Generationen. Der ganze Inhalt der Mikro- und Makrosporen wird bei der Keimung zum Prothallium. Das männliche Prothallium besteht abgesehen von den Antheridiumhüllzellen nur aus einer vegetativen Zelle (Rhizoid) und einem Antheridium, aus welchem sich zahlreiche Spermatozoiden entwickeln. Das weibliche Prothallium bildet einen Zellkörper, welcher die Makrospore erfüllt, dieselbe nur am Scheitel durchbricht und einige eingesenkte über dasselbe kaum oder nicht hervorragende Archegonien hervorbringt, auch Rhizoiden erzeugen kann, aber einer vegetativen Weiterentwickelung nicht fähig ist. Der Embryo besitzt 2 Kotyledonen und einen Embryoträger. Der Stamm wächst mit oder ohne Scheitelzelle und ist monopodial oder dichotomisch verzweigt. Die Verzweigungen entstehen abwechselnd rechts und links an den Seiten des Vegetationskegels. Stamm und Zweige werden von einer oder mehreren Leitbündelsäulen oder Stelen durchzogen. B. klein mit einem einzigen medianen Leitbündel (Mittelnerv). An der Innenseite der Blattbasis findet sich die als kleine Zunge hervorragende Ligula, deren Zellen kein Chlorophyll führen. An der Basis des hypokotylen Stämmchens entstehen aus rudimentären Wurzelträgern gewöhnlich 3 Wurzeln. An den Gabelungen des Stammes sind stets Wurzelträger vorhanden, wenn auch bisweilen in sehr rudimentärer Form. Dieselben wachsen mit Scheitelzellen und besitzen keine Wurzelhaube, die am Ende derselben entstehenden Beiwurzeln besitzen stets eine Wurzelhaube und wachsen meist mit Scheitelzelle. Die Sporangien sind kugelige, mehrschichtige, kurzgestielte oder sitzende, sack- oder nierenförmige Gebilde, welche aus einer Gruppe von äußeren Zellen oberhalb der Insertion der fertilen Blätter und mehr oder weniger von denselben entfernt entstehen, bei der Reife durch einen Riss sich halbierend

öffnen und die Sporen ausschleudern. Die fertilen B. oder die Sporophylle stets zu mehreren in einer Blüte zusammengestellt. In den Makrosporangien gewöhnlich 4 Makrosporen, die jedoch oft nicht alle zur Reife gelangen. Die Mikrosporangien enthalten eine sehr große Anzahl von Mikrosporen. Die Makrosporen sind tetraëdrisch-kugelig oder seltener tetraëdrisch-linsenförmig, die Mikrosporen meist tetraëdrisch oder tetraëdrisch-linsenförmig. Beide besitzen meist eine durch verschiedenartige nach außen vorspringende Verdickungen ausgezeichnete, aus verschiedenen Sporenhäuten sich zusammensetzende Zellwandung.

Die geschlechtliche Generation.*)

Die Beschaffenheit und Keimung der Mikro- und Makrosporen.

Da die Entwickelung der ersten geschlechtlichen Generation oder des Prothalliums völlig in der Spore vor sich geht, muss eine kurze Betrachtung der Sporen der der Keimung derselben vorausgeschickt werden.

Die Mikrosporen sind tetraëdrisch und gewöhnlich je vier in einer Mutterzelle vereinigt, aber sie sind keineswegs bei allen *Selaginella*-Arten gleich gebaut. Sie besitzen entweder 3 deutlich erkennbare Sporenhäute, nämlich das Endosporium, Exosporium und Episporium (z. B. *S. Kraussiana* und *Poulteri*) oder nur zwei voneinander ablösbare Häute (z. B. *S. cuspidata*, *fulcrata*, *stolonifera*, *Martensii*, *viticulosa*, *inaequalifolia*, *caulescens* u. s. w.). Das Episporium der ersteren Gruppe hat drei amScheitel der Spore sich vereinigende Spalten, das Exosporium trägt dagegen 3 Rippen (Commissural- oder Scheitelleisten), die in den Spalten des Episporiums liegen (Fig. 388, *A*). Das Innere der Mikrospore ist mit Öl und körnigen Reservestoffen erfüllt, ungefähr im Centrum liegt der Zellkern.

Die Mikrosporen der zweiten Gruppe (Fig. 388, *F*) besitzen, wie schon hervorgehoben, nur 2 voneinander ablösbare Häute, von denen die innere mit Chlorzinkjod sich blau färbt; die äußere trägt 3 am Scheitel zusammentreffende Rippen und ist aus

Fig. 388. Keimung der Mikrosporen von *Selaginella*. *A—E Selaginella Kraussiana* A. Br. *A* Mikrospore in der Scheitelansicht. Vergr. 640. *B* Keimende Mikrospore in der Scheitelansicht nach Abtrennung des kleinen linsenförmigen Prothalliums (das Perispor ist hier wie auf den folgenden die Keimung der *S. Kraussiana* darstellenden Entwickelungsstadien nicht mitgezeichnet). Vergr. 290. *C* Weiteres Stadium der Keimung, Seitenansicht. Durch drei aufeinander gestellte Wände sind 3 Segmente gebildet. Vergr. 290. *D* Von den Zellen des zweiten und dritten Segmentes haben sich die inneren Zellen abgeteilt. Vergr. 290. *E* Die Mikrospore mit dem Complexe der abgerundeten Mutterzellen der Spermatozoiden. — *F—H Selaginella cuspidata* Link. *F* Mikrospore in der Scheitelansicht. Vergr. 640. *G* Ein der Figur *D* entsprechendes Entwickelungsstadium. Vergr. 290. *H* Spermatozoiden, durch Osmiumsäure getötet. Vergr. 780. (Nach Belajeff.)

zwei Schichten zusammengesetzt, einer äußeren stacheligen und einer inneren homogenen. Diese Häute sind — im Gegensatz von denen der ersten Gruppe — meistens sehr durchsichtig; man kann daher auch ohne Anwendung von Reagenzien oder ohne durch Rollen der Spore die Häute zu trennen, die bei der Keimung eintretenden

*) Dieser und der nächste die Entwickelung des Embryo's behandelnde Abschnitt ist von R. Sadebeck verfasst.

Segmentierungen im Inneren der Spore beobachten. Die Keimungsvorgänge verlaufen aber bei beiden Modifikationen der Sporen im wesentlichen übereinstimmend.

Bei *S. Krausseana* und *Poulteri* (und wohl allen Articulaten) ist der Vorgang nach Belajeff folgender. Zunächst scheidet sich eine kleine linsenförmige Zelle, ein rudimentäres Rhizoid und als solches die einzige Zelle eines rudimentären Prothalliums ab, während der übrige Teil, die ungleich größere Zelle der Spore, das Antheridium, wie schon Millardet beschrieben hat, in zwei Hälften durch eine Wand, welche entweder in der Nähe der Prothallium- oder Rhizoidzelle verläuft oder auf dieselbe sich stützt, geteilt wird. Jede der Hälften teilt sich dann durch drei schief gegen die Hauptachse der Spore und aufeinander gestellte Wände in vier Zellen, wobei die erste Wand in jeder Hälfte neben der Prothallium- oder Rhizoidzelle verläuft und eine der Grundfläche anliegende Zelle von der den Scheitel der Spore einnehmenden abteilt. Diese Wand ist gegen die Grundfläche der Spore convex. Die beiden anderen Wände werden in der den Scheitel einnehmenden Zelle gebildet. Die schief gegen die Hauptachse der Spore und aufeinander gestellten Wände beider Hälften des Antheridiums entsprechen einander ganz genau, so dass es scheint, als ob eine Scheitelzelle durch drei schiefe Wände Segmente abgeteilt hätte. Nur besteht jedes Segment aus zwei Zellen und statt einer sind hier zwei Scheitelzellen. In beiden Zellen des zweiten Segmentes treten dann tangentiale Wände auf, welche parallel der äußeren Fläche der Spore gehen und zwei äußere von zwei inneren Zellen abtrennen. Bald darauf entsteht die gleiche Teilung des dritten Segmentes. Das Antheridium besteht dann aus vier inneren Zellen, welche hell sind und keine Körner enthalten und aus acht äußeren, mit Körnern erfüllten, welche die inneren allerseits umgeben. Die vier inneren Zellen teilen sich weiter durch verschiedene mehr oder weniger constante Wände, und es entsteht ein sich mehr und mehr vergrößernder Zellcomplex, der bald in einer schleimigen, körnigen Masse schwimmt, welche aus den zerdrückten und zusammengeflossenen äußeren Zellen entstanden ist. Jede Zelle dieses Complexes ist eine Mutterzelle eines Spermatozoids.

Bei der Keimung der Mikrosporen der anderen Gruppe, als deren Repräsentanten Belajeff *S. cuspidata*, *caulescens* und *Martensii* anführt, ist die Zahl und Anordnung der Wände bis zur Bildung der inneren Zellen wesentlich dieselbe wie bei den Articulaten, doch werden innere Zellen nur von den beiden Zellen des zweiten Segmentes abgeschieden, so dass nur zwei primäre von acht äußeren umgebene Zellen im Antheridium dieser Gruppe vorhanden sind, aus denen durch Teilungen zwei hemisphärische deutlich gesonderte Complexe von Spermatozoidmutterzellen entstehen.

Die Spermatozoiden sind längliche, fast gerade oder nur wenig spiralig gekrümmte, vom hinteren abgerundeten nach dem vorderen Ende allmählich verdünnte Körper, die sich vorn in zwei sehr zarte Geißeln gabeln (Fig. 388, *H*). Für dieselben ist, wie für die Farne nach Pfeffer Äpfelsäure das specifische Reizmittel, welches diese Organismen in die geöffneten Archegonien lockt. Bei ungleicher Verteilung dieses Stoffes im Wasser werden die Samenfäden von *S.* derart gereizt, dass sie nach der concentrierteren Äpfelsäure hinsteuern.

Die Makrosporen haben bei fast allen Arten annähernd Kugelgestalt; sie entstehen aber in der Mutterzelle als Tetraëder, ihre Flächen runden sich daher erst später ab. Auf dem Scheitel der Makrospore erheben sich drei unter Winkeln von 120° zusammenstoßende Scheitelkanten als mehr oder weniger flügelartig vorspringende Leisten (Commissuralleisten oder Scheitelleisten). Die Wandung der Makrosporen besteht aus vier — bei manchen Species nur aus drei — Membranen, nämlich

1) einem sehr dünnen, verkieselten Perispor, das vielen Arten aber ganz fehlt;
2) dem meist gelb bis gelbbraun gefärbten, oft in zwei Schichten differenzierten Exospor;
3) dem sehr dünnen, meist gelblich gefärbten, leicht vom Exospor zu trennenden Mesospor und
4) dem Endospor, welches aus Cellulose besteht. Nur eine seiner Innenseite angeschmiegte Lamelle bleibt bei Behandlung mit Kupferoxydammoniak genau wie bei *Isoëtes* (man vergl. unten) gelöst und verhält sich nach Art der Pektinkörper.

Der Inhalt der reifen Sporen besteht aus Protoplasma, in welches sehr zahlreiche kleinere und größere Öltropfen und Proteïnkörper eingelagert sind. Stärkekörner

fehlen sowohl in den jugendlichen, als in den reifen Sporen. Die Inhaltsstoffe füllen den Innenraum der Sporen meist nicht genau aus; man findet daher im Inneren der Makrosporen stets noch eine kleinere oder größere Vacuole.

Keimung der Makrosporen. — Was die Entwickelung des Sporeninhaltes bei der Keimung anlangt, so sind die hierbei stattfindenden Vorgänge im wesentlichen folgende. Das Protoplasma wird zunächst schwammig und netzartig, während sich gleichzeitig am Scheitel der Spore ein großer Kern bildet. (Die Bildung eines Diaphragmas, welches Pfeffer an der Scheitelregion beschreibt, findet nach den übereinstimmenden Untersuchungen Heinsen's und Bruchmann's nicht statt).

Mit der weiteren Entwickelung verschwindet die netzartige Struktur des Plasmas, dasselbe legt sich der inneren Sporenwand gleichmäßig an und nimmt nur am Scheitel ein etwas größeres Volumen ein. Daselbst tritt darauf auch eine Teilung und Vermehrung der Kerne und die erste Zellbildung auf, welche von da aus allmählich bis zur Basis der Spore vorschreitet; häufig ist die ganze Spore schon vor dem Zerbersten der Sporenwandung mit Zellen ausgefüllt und die Bildung des weiblichen Prothalliums, welches den ganzen Innenraum der Spore einnimmt, somit vollzogen.

Fig. 389. Längsschnitt durch eine keimende Makrospore von *S. Martensii* Spring. Bei *y* ist das Plasma noch netzartig; darüber, nach dem Scheitel zu, die Bildung von Zellen (Prothallium); bei *u* große Zellkerne. *e* des Exospor, *i* des Endospor. Vergr. 333. (Nach Heinsen.)

An dem Scheitel des weiblichen Prothalliums werden an drei Stellen Höcker gebildet (Fig. 390, *A* und *B*), welche infolge gesteigerter Wachstumsvorgänge nebst den diesen folgenden Zellteilungen (namentlich Periklinen) entstehen und die drei Scheitelkanten (Sporenkanten) zersprengen, während die letzteren am Scheitel der Spore noch zusammenhängen. Der Prothalliumscheitel liegt dann hohl unter der aufgesprungenen Sporenwand, denn die drei Zellhöcker, welche gemäß ihrer Funktion als »Sprenghöcker« zu bezeichnen sind, heben die Sporenwandung von dem Prothallium ab. Sie stellen hierbei Spalten her, welche für die in ihrer Nähe befindlichen Archegonien den Zutritt der Spermatozoiden nicht hindern. Man findet denn auch in der Mehrzahl der Makrosporen (von *S. selaginoides*) schon entwickelte Embryonen, selbst wenn die Sporenschale nur wenig klafft. Das weitere Aufreißen der Sporenwand übernimmt dann das kräftig drängende Prothallium mit dem wachsenden Embryo (Fig. 390, *A* und *B*). Bei den in der Erde keimenden Sporen wachsen die oberflächlichen Zellen der Sprenghöcker zu langen Haarwurzeln (Fig. 390, *A* und *B*), deren Entwickelung jedoch bei sehr feucht gehaltenen Aussaaten zuweilen unterbleibt. Die Archegonien nehmen in ähnlicher Weise wie bei den Eufilicineen von einer der oberflächlichen Zellen des Prothalliums (hier des Prothalliumscheitels) ihren Ursprung, welche sich — unter gleichzeitiger substanzieller Differenzierung — durch eine zur Außenfläche parallele Wand teilt, wodurch nach außen die Mutterzelle der Halsreihe, nach innen die Mutterzelle der centralen Zellreihe gebildet wird. Die Bildung des Archegoniumhalses erfolgt alsdann in gleicher Weise wie bei den anderen Pteridophyten, der Hals besteht nur aus 2—3 Stockwerken von Zellen (Fig. 390, *C*) und ragt nur wenig über die Oberfläche des Prothalliums hervor. Auch die Entwickelung der centralen Zellreihe erfolgt in gleicher Weise wie bei den Eufilicineen, man vergl. namentlich p. 27 ff.

Die ungeschlechtliche Generation (der Sporophyt).

Die Entwickelung des Embryo.

Die Basalwand (die erste Teilungswand) verläuft senkrecht zur Archegoniumachse (Fig. 390, *C*), die der Archegoniummündung zugewendete Embryohälfte ist aber die hypobasale Hälfte, welche gemäß ihrer Orientierung (nach dem mit Rhizoiden versehenen Prothalliumscheitel zu) auch hier der Ernährung des Embryos dient und zunächst den sog. Embryoträger (Fig. 390) entwickelt. Die epibasale Embryohälfte, der der Archegoniummündung abgewendete Teil der Embryoanlage, entwickelt sich dagegen in völlig übereinstimmender Weise wie bei den Eufilicineen (Fig. 390, *D*—*G*)

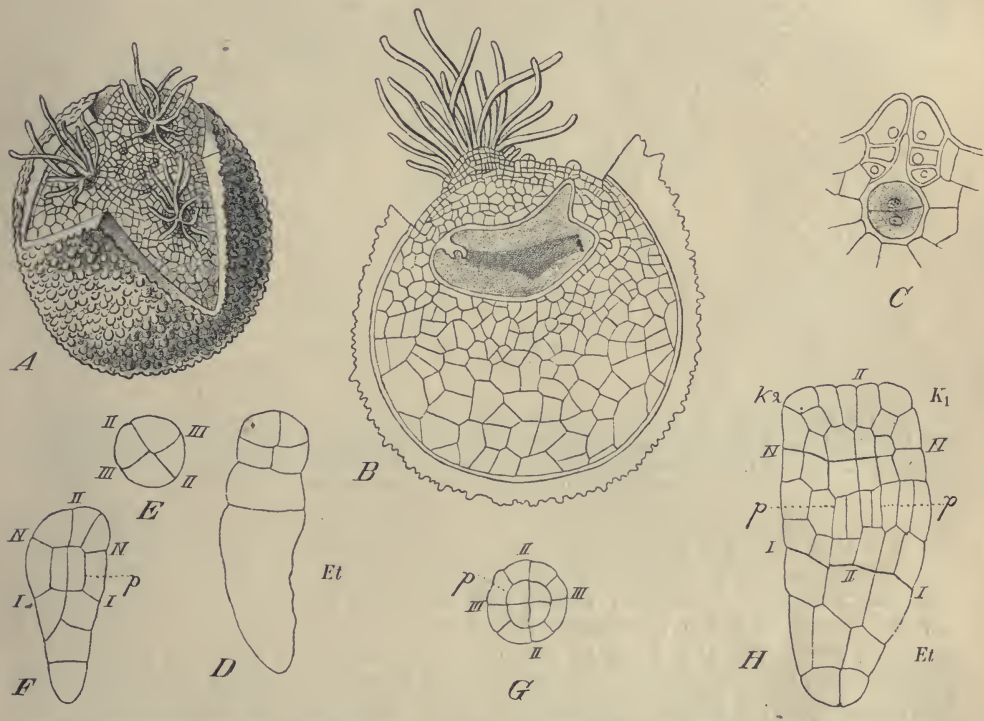


Fig. 390. *Selaginella selaginoides* (L.) Link. A. Br. Prothallium und Embryoanlage. — *A* Aufgesprungene Makrospore mit 3 Sprenghöckern und den an denselben entstehenden Rhizoiden. Vergr. 60. — *B* Längsschnitt einer solchen Makrospore; der ebenfalls vom Schnitt getroffene Sprenghöcker ist mit Rhizoiden besetzt. Das Prothallium umschließt einen in der Entwickelung begriffenen Embryo. Vergr. 80. — *C* Archegonium mit zweizelligem Embryo. Vergr. 350. — *D* junger Embryo mit dem (dem Archegoniumhalse) zugekehrten Embryoträger. — *E* Scheitelansicht desselben Embryo. — *F*—*G* weiter entwickelter Embryo, bei *G* Querschnitt durch das Hypokotyl desselben. *p* die äußere Grenzwand des axilen Stranggewebes. — Bei *H* ein noch etwas weiter entwickelter Embryo, K_1 und K_2 das erste und das zweite Keimblatt. — *I* die Basalwand, *II* die Transversalwand, *III* die Medianwand, *IV* die das epibasale Glied abtrennende Wand. (Aus dem Auftreten der Wände *I*—*III* ergiebt sich die Orientierung des Embryo). *Et* der Embryoträger. *C*—*H* 350 mal vergr. (Nach Bruchmann.)

erst nach dem Auftreten der Transversalwand (II) und der Medianwand (III), sowie der das epibasale Glied abtrennenden Wand (IV), d. h. also nach der Oktantenbildung beginnt die Bildung der Organanlagen. Auch hier werden zwei benachbarte Oktanten zum ersten Keimblatt, von den beiden anderen Oktanten dagegen der eine zum Stamm, der andere zum zweiten Keimblatt. Das epibasale Glied (von den Autoren mitunter als hypokotyles Glied bezeichnet) beginnt nun ein sehr ausgiebiges Wachstum; die hierbei eintretende Gewebedifferenzierung erfolgt in analoger Weise,

wie bei den Filicineen. Auch hier geht aus einem dem Grundquadrate der Moose vergleichbaren Zellcomplex (Fig. 390, *G*) das axile Strangegewebe hervor. Die dasselbe umgebenden Zellen werden jedoch nur in den beiden den Cotyledo erzeugenden Oktanten sämtlich zur Bildung des Rückengewebes verwendet, in den beiden anderen Oktanten nur zur Hälfte; sie dienen dort dem Fuße und der ersten Wurzel zur Bildungsstätte. Die an das zweite Keimblatt angrenzenden Zellen des epibasalen Gliedes erzeugen den Fuß; die zwischen diesem und dem Embryoträger liegenden Zellen die erste Wurzel. Letztere wird also in gleicher Weise angelegt wie bei den normalen, nicht zu Wurzelträgern umgewandelten Sprossen der erwachsenen Pflanze.

Bei *S. selaginoides*, wo die Bildung eines Fußes unterbleibt, werden sämtliche das Stranggewebe umgebende Zellen zur Bildung der Rinde verwendet (Fig. 390, *G*).

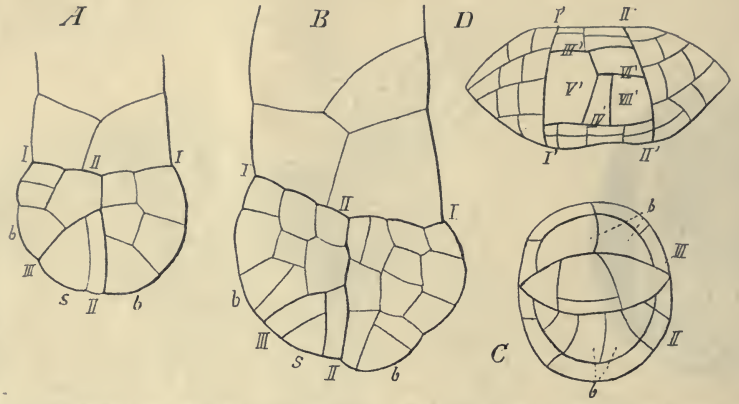


Fig. 391. Die Entwickelung des Embryo von *Selaginella Martensii* Spring. *A* und *B* Optischer Längsschnitt; *I* die Basalwand, *II* die Transversalwand, *s* der Stamm, *b* die beiden Keimblätter. — *C* Scheitelansicht eines etwas jüngeren Embryo; die Bezeichnungen wie bei *B*. — *D* Scheitelansicht eines weiter vorgeschrittenen Embryo, die Anlage der ersten Gabelung darstellend: *I'*, *II'*, *III'*, *IV'*, *V'*, *VI'* und *VII'* die aufeinander folgenden Teilungswände. (Nach Pfeffer. — 510 mal vergr.)

Die zum Fuß werdenden Zellen (die Keime von *S. selaginoides* erzeugen keinen Fuß, man vergl. oben) zerfallen durch perikline Teilungen der inneren Zellen in drei oder vier Schichten, Teilungen, welche sich aber auch bald bis an den Embryoträger und das zweite Keimblatt fortsetzen. Durch die allseitige, gewaltige Ausdehnung der Zellen des Fußes (Fig. 392, *A* und *B*) wird der unter dem ersten Keimblatt liegende Teil des epibasalen Gliedes, welcher sich selbst nicht krümmt, zur Seite gedrängt, derart, dass dasselbe um die peripherische Begrenzung der Basalwand gleichsam als Angelpunkt herumgeführt wird. Der stets nur wenig von einem gestreckten abweichende Winkel, welchen die Längsachse des Embryoträgers und die der epibasalen Hälfte miteinander bilden, wird hierbei immer kleiner, endlich ein rechter und bei den meisten Embryonen sogar ein spitzer Winkel. In den meisten Fällen ist die Verschiebung eine solche, dass alle Organe des Embryo (auch die Wurzel) eine gemeinschaftliche Medianebene besitzen.

Bei *S. selaginoides*, wo die Bildung eines Fußes unterbleibt, wird diese Drehung des Embryos von einer Partie des Grundgewebes besorgt, welche an den Embryoträger grenzt. Aus diesem Gewebe wird durch Streckung und Teilung der Zellen ein Gewebehügel gebildet für die Anlage der ersten Wurzel, welche hier — im Gegensatz zu den anderen *Selaginella*-Arten — keine Scheitelzelle, sondern an Stelle dieser eine flache Zellgruppe ausbildet. Bei den anderen *Selaginella*-Arten beginnt die Anlage der Wurzel, welche aus den schon oben näher bezeichneten Zellen des epibasalen Gliedes hervorgeht, mit der Bildung der ersten Kappenschicht der Wurzelhaube (Fig. 392, *A*), welche aus oberflächlichen Zellen hervorgeht, worauf erst eine der nächst inneren Schicht angehörige, zuvor durch nichts ausgezeichnete Zelle zur Mutterzelle des Wurzelkörpers wird.

Indem damit der Wachstumsmodus der Wurzel der erwachsenen Pflanze eingeleitet wird, werden alle späteren Kappenschichten von dem Wurzelkörper erzeugt (man vergl. oben, über die Anlage und die Entwickelung der Wurzel der erwachsenen Pflanze).

Höchst eigentümlich gestaltet sich die Zellenanordnung am fortwachsenden Stammscheitel des Embryo, an dessen Spitze eine zweischneidige Scheitelzelle auftritt (Fig. 391). Bald nach der Anlage der Keimblätter findet aber in dieser Zelle die Bildung eines zweiten Antiklinenpaares statt, welches rechtwinkelig zum ersten ansetzt, so dass eine nach innen von 4 antiklinen Zellwände begrenzte, keilförmig zugeschärfte Zelle am Scheitel entsteht, welche an der Außenfläche vierseitig erscheint (Fig. 391, *D*). Die nach unten abgeschnittenen Zellen (Segmente) folgen demnach nicht mehr spiralig, wie bei den Equiseten und Filicineen, sondern decussiert; die dadurch entstandenen Zellpaare kreuzen sich also unter einem rechten Winkel, und bereits das erste Paar ist in gleicher Weise gegen die beiden Keimblätter gerichtet (Fig. 391, *D*). Sehr bald ändert sich aber auch dieser Wachstumsmodus, und schon nach wenigen derartigen Teilungsvorgängen schickt sich der Stamm zur Dichotomierung an. Die von den

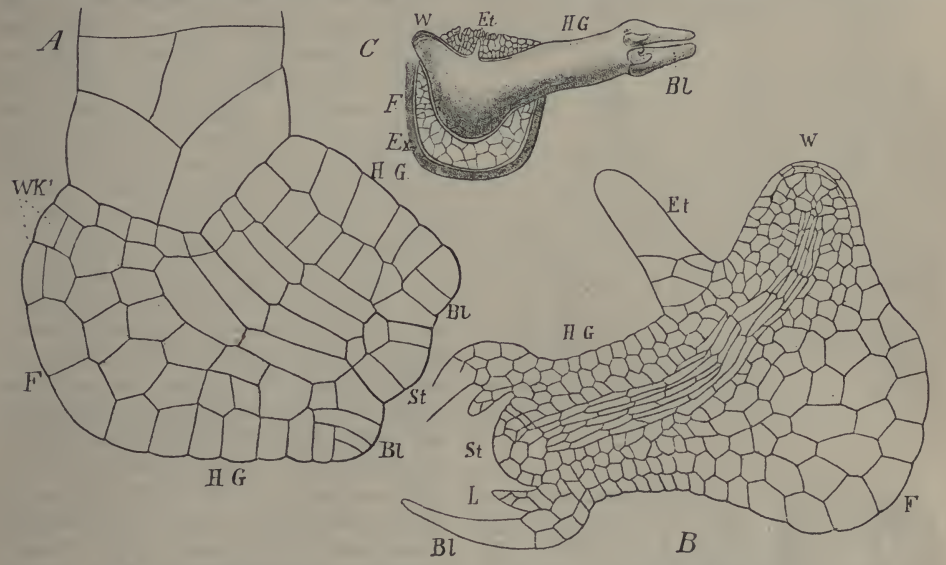


Fig. 392. Embryo von *Selaginella Martensii* Spring. *A—B* zwei weitere, aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien. *st* der Stamm, *Bl* die Keimblätter, *HG* das Hypokotyl, *F* der Fuß, *WA'* die erste Kappenschicht der Wurzelhaube, *Et* der Embryoträger, *L* die Ligula, *W* die erste Wurzelanlage. *A* 510 mal vergr., *B* 165 mal vergr. *C* noch weiter entwickelter Embryo, umgeben von dem Prothallium und der Makrospore. *Ex* Exospor, die übrigen Bezeichnungen wie in *A* und *B*. Mehrfach vergrößert. (Nach Pfeffer.)

Wänden *I'* und *II'*, und *III'* und *IV'* (Fig. 391, *D*) begrenzte, apical gelegene vierseitige Zelle wird durch eine antikline Wand *V'* in zwei 4 seitige Zellen zerlegt, von denen, wie die Figur zeigt, nur eine derselben weitere Teilungen erfährt, nämlich durch die aufeinander folgenden antiklinen Zellwände *VI'* und *VII'* (Fig. 391, *D*). Die dadurch entstandene, von den Wänden *II'*, *IV'*, *VI'* und *VII'* begrenzte Zelle sowohl, wie die von den Wänden *I'*, *III'*, *IV'* und *V'* begrenzte vierseitige Zelle setzt aber die ursprüngliche Wachstumsrichtung nicht fort, sondern eine jede derselben bildet einen eigenen Gabelspross. Die Dichotomierung (Gabelung) erfolgt also unmittelbar über der Anlage der Keimblätter, und die Mutterzellen der Gabelsprosse sind nun derart orientiert, dass eine dieselben durchschneidende Längsebene senkrecht steht auf der gemeinschaftlichen Medianebene der beiden Keimblätter und der ursprünglichen Mutterzelle des Stammes. An dem fortwachsenden Scheitel eines jeden dieser Gabelsprosse findet jedoch in einer bis jetzt unbekannten Weise wiederum eine Änderung der Zellenanordnung statt, derzufolge die Scheitelzelle desselben wieder zu einer zweischneidigen übergeführt wird,

deren Antiklinen denen der ursprünglichen Mutterzelle des Stammes parallel verlaufen. Diese Lage wird aber späterhin infolge einer in den Internodien der Gabelsprosse stattfindenden Drehung verändert.

Am Grunde der beiden Keimblätter bildet sich wie bei allen späteren Blättern (der Selaginellen und Isoëten) ein an der Spitze dünnhäutiges Gebilde aus, die Ligula (von Hofmeister als Nebenblatt bezeichnet), welche an der Basis meist zu einem vielzelligen Gewebekörper anschwillt.

Die Anlage aller Organe und die Dichotomierung des Stammes findet immer vor dem Hervorbrechen des Embryo statt, welcher zu allen Zeiten lose in dem die Spore erfüllenden Gewebe liegt. Das Hervorbrechen des Embryo wird besonders durch die Längsdehnung der Zellen des epibasalen Gliedes und der Wurzel veranlasst. Durch den eingeschlossen bleibenden Fuß werden dem Embryo die in dem Prothallium aufgespeicherten Reservestoffe, namentlich aus Fett bestehend, zugeführt; Stärke wird dabei, wie leicht erklärlich, nicht gebildet.

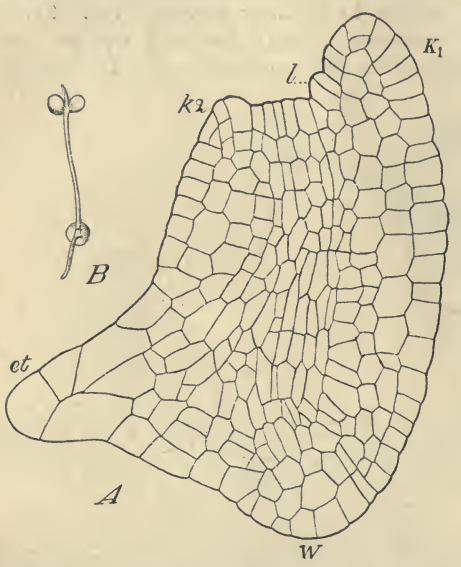


Fig. 393. *A* Embryo von *S. selaginoides* (L.) Link. K_1 und K_2 die beiden Keimblätter, *L* die Ligula, *et* Embryoträger, *W* Anlage des Wurzelstieles. Vergr. 350. — *B* Junge Keimpflanze von *S. selaginoides* (L.) Link. (Nach Bruchmann).

Bei *S. selaginoides* findet man keine Scheitelzelle, auch am Stamme nicht. Das Heranwachsen des epibasalen Embryoteiles aus der Spore erfolgt durch ein außerordentlich ergiebiges, intercalares Wachstum des epibasalen Gliedes (des Hypokotyls) nach aufwärts, während gleichzeitig die Wurzel nach abwärts strebt. Hierdurch erlangt die Keimpflanze die lotrechte Orientierung im Boden. Die Länge des Hypokotyls wird hierbei oft sehr bedeutend, die Streckung desselben beträgt oft das Hundertfache der ursprünglichen Länge. Der Stammscheitel streckt sich dagegen nicht. Nicht selten wird erst nach dem Hervorbrechen des Embryos aus der Spore und nach der Streckung des Hypokotyls das zweite Keimblatt allmählich nachgebildet, erreicht aber erst an der Erdoberfläche seine endgültige Größe, wodurch endlich der Altersunterschied beider Keimblätter ausgeglichen wird. Sie ergrünen hier und stehen nun als erstes perennierendes Blattpaar am Hypokotyl meist in gleicher Höhe (Fig. 393, *B*).

Stamm. Scheitelwachstum und Verzweigung des Vegetationspunktes. In Bezug auf das Wachstum des Stengelvegetationspunktes von *S.* sind, wie bereits oben erwähnt ist, zwei verschiedene Typen zu unterscheiden. Der eine Typus wurde zuerst von Pfeffer für *S. Martensii* und von Russow für *S. serpens*, *Martensii*, *hortensis* (= *S. Kraussiana*) und *viticulosa* festgestellt und ist wohl am meisten verbreitet. Bei den genannten Arten stellt der Vegetationspunkt einen stets verhältnismäßig scharf zugespitzten Kegel dar und lässt an seiner Spitze eine deutliche durch Größe und Form ausgezeichnete zweiseitige Scheitelzelle wahrnehmen, von welcher durch abwechselnd einen der Seitenwände parallele Teilungen Segmente abgetrennt werden. Diese Seitenwände der Scheitelzelle und ihre Segmente sind den schmalen Seiten der Ellipse zugewandt, als welche ein Querschnitt des Vegetationspunktes erscheint. Treub fand bei *S. Martensii* jedoch außer zweiseitigen auch dreiseitige Scheitelzellen in den Sprossenden der Pflanze. Der andere Typus wurde von Russow für eine als *S. arborescens* bezeichnete Art, für *S. Pervillei*, *Wallichii* und *S. Lyallii* nachgewiesen. Der Vegetationspunkt

ist bei diesen Arten stets stark gerundet und stumpf und lässt an seinem Scheitel nicht eine durch Größe von den übrigen besonders ausgezeichnete Zelle erkennen. Dieser Typus schließt sich durchaus dem von *Lycopodium* an. Es findet sich am Scheitel eine Gruppe von Zellen, welche die Führung übernehmen und nach allen Richtungen hin Segmente abschneiden, jedoch in der Weise, dass am Scheitel noch keine besonderen Histogene gebildet sind, und die erwähnte Zellgruppe als gemeinsame Initialgruppe für Epidermis, Rindengewebe und Gefäßbündel funktioniert, also dass Dermatogen, Periblem und Plerom den Scheitel nicht überziehen, wie bei den meisten Siphonogamen, sondern durch den Scheitel unterbrochen erscheinen.

Indessen scheinen die beiden charakterisierten Wachstumstypen durch Übergänge verbunden zu sein. So hat Strasburger *S. Wallichii* genauer untersucht und gefunden, dass bei dieser die Initialgruppe nur aus zwei Zellen besteht, dass also die einzelne Scheitelzelle des anderen Typus hier gewissermaßen verdoppelt erscheint. Durch diese beiden Scheitelzellen werden 4 gerade Reihen von Segmenten, und zwar rechts und links je eine Reihe der keilförmigen, oben und unten je eine Doppelreihe der quadratischen Segmente abgeschieden, so dass die beiden Scheitelzellen wie eine vierseitige einfache Scheitelzelle gemeinsam arbeiten.

Hegelmaier hat zuerst das Scheitelwachstum von *S. selaginoides* untersucht und ein Scheitelwachstum ohne Scheitelzelle bei dieser Art gefunden. Nach ihm sollen bei derselben zwei übereinander stehende gesonderte Initialgruppen vorhanden sein. Die äußere dieser soll eine gegen die inneren Meristeme scharf abgegrenzte dermatogenähnliche Schicht bilden, und ihre Zellen sich nur durch antikline Wände teilen, oder doch perikline Teilungen erst in gewisser Entfernung vom Scheitel zur Bildung der Blätter erfolgen; die innere unter dieser äußeren liegende Initialgruppe soll dagegen das ganze Innengewebe erzeugen, so dass also Periblem und Plerom aus ihr hervorgehen. Diesen Angaben Hegelmaier's ist jedoch neuerdings Bruchmann entgegengetreten. Nach diesem ist das Scheitelwachstum von *S. selaginoides* ganz ebenso beschaffen wie das der von ihm auch genauer untersuchten *S. Lyallii*.

Noch ist hier eine Angabe Nägeli's (im Tageblatt d. 50. Vers. deutsch. Naturf. u. Ärzte S. 203) zu erwähnen, nach der bei *S. ciliata* der Stammscheitel ein und derselben Pflanze bald ein dem Siphonogamenscheitel ganz ähnliches Bild, bald eine unzweifelhafte Scheitelzelle zeige, also die beiden erwähnten Scheitelwachstumstypen vertreten sein sollen, was jedenfalls weiterer Untersuchung bedarf.

Was nun die Verzweigung des Vegetationspunktes anbetrifft, so galt diese bei *S. Martensii* nach Pfeffer als dichotomisch. Die Dichotomierung erfolgt nach demselben, indem in einem Segmente eine zweite zweischneidige Scheitelzelle durch eine die grundsichtige Hauptwand des Segmentes schneidende Wand gebildet wird und von keiner der beiden Scheitelzellen die bisherige Wachstumsrichtung fortgesetzt wird. Dagegen behauptet Treub, dass die Verzweigung des Vegetationspunktes in ganz anderer Weise bei der genannten Art vor sich gehe, es erhebe sich in nicht unbedeutender Entfernung von der ursprünglichen Scheitelzelle ein Zellwulst, der anfangs ohne Scheitelzelle wachse und erst später eine solche von der Form eines vierseitigen Keiles aufweise, welche sich nach den vier Seiten durch decussiert gestellte Wände segmentiere, jeder Seitenspross bekomme somit eine Scheitelzelle von derselben Form, wie sie Pfeffer an der Keimachse von *S. Martensii* aufgefunden habe, und die Verzweigung der Pflanze müsse also als monopodial betrachtet werden. Die vierseitige Scheitelzelle wandelt sich nach den Angaben desselben Autors, noch bevor der Seitenspross selbst zur Verzweigung schreitet fast immer in eine zwei- oder dreiseitige um, wie sich solche an den älteren Sprossenden finden.

Diese sich widersprechenden Angaben Pfeffer's und Treub's bedürfen einer Nachprüfung. Möglicherweise beziehen sich die ersteren nur auf die erste oder die ersten Teilungen der Keimachse, die letzteren aber nur auf spätere Verzweigungen der Sprosse. Dies würde stimmen mit den Untersuchungsresultaten, welche Bruchmann bei *S. selaginoides* erhalten hat, die, wie oben mitgeteilt mit einer für die Gewebe gemeinsamen Initialgruppe wächst. Nach Bruchmann ist bei dieser die Teilung des

Vegetationspunktes bei der ersten Verzweigung stets eine rein dichotomische und tritt immer in derselben Ebene auf, nämlich kreuzständig zur Kotyledonarebene, die im weiteren Wachstumsverlaufe eintretende Verzweigung der beiden Gabeläste folgt der ersten ziemlich schnell und ist oft nochmals eine echt dichotomische, in vielen Fällen jedoch ist der eine Ast bereits anfangs kräftiger angelegt und entwickelt sich auch weiterhin kräftiger, so dass ein Monopodium vorhanden zu sein scheint. Bruchmann fasst diese letzte Verzweigungsart als eine modifizierte Dichotomie, also als eine falsche monopodiale Verzweigung auf. Auch die Verzweigungen der älteren Pflanze von *S. Martensii*, welche nach Treub monopodial angelegt werden, fasst Bruchmann als modifizierte Dichotomie auf und begründet seine Ansicht damit, dass diese Verzweigungen stets vor der Anlage der jungen B. entstehen, dass diesen Auszweigungen immer Umgestaltungen der Mutterscheitel vorausgehen, und dass also der als Mutterscheitel bezeichnete nicht unverändert fortwachse. Gegen diese Ausführungen Bruchmann's dürfte wohl kaum etwas einzuwenden sein.

Hier muss noch eine Angabe Pfeffer's erwähnt werden, welche derselbe für *S. Kraussiana* macht, deren Stammscheitel wie der von *S. Martensii* mit Scheitelzelle wächst, bei der jedoch nach Pfeffer's beiläufigen Untersuchungen die Gabelung des Vegetationspunktes in anderer Weise als bei *S. Martensii* stattfinden dürfte. Es ist bei dieser Art nicht unmöglich, dass die primäre Scheitelzelle auch ihre Thätigkeit ganz einstellen kann, während in zwei rechts und links von derselben liegenden Segmenten neue Scheitelzellen gebildet werden, welche sich zu Gabelsprossen weiter entwickeln. Fernere Untersuchungen werden erst ergeben, ob diese von Pfeffer für *S. Kraussiana* als sehr wahrscheinlich vermutete Gabelungsart die einzige ist, welche bei dieser Pflanze vorkommt, oder ob vielleicht bei anderen Akten noch andere Modifikationen, als die erwähnten, vorkommen. In jedem Falle sind die Arten über die Gabelung des Vegetationspunktes von *S.* noch durchaus nicht abgeschlossen.

In Bezug auf den Ort, an welchem am Vegetationspunkt die Neubildungen entstehen, welche zu Zweigen auswachsen, ist zu bemerken, dass dieselben niemals in den Blattachseln sich bilden, sondern stets extraaxillar. Bereits erwähnt ist, dass die erste Gabelung bei *S. selaginoides* in eine sich mit der Kotyledonarebene kreuzende fällt. Die beiden primären Gabeläste verzweigen sich dann in einer zur ersten Gabelung senkrechten Ebene, und in diese selbe fallen fortan alle übrigen Auszweigungen der Pflanze, die jedoch, wie bereits bemerkt, monopodial oder doch pseudomonopodial sind. Auch bei den heterophyllen *S.* mit dorsiventralen Zweigen baut sich das Verzweigungssystem stets in derselben Ebene auf, und auch bei diesen stehen die Zweige niemals vor der Mitte eines Blattes, sondern extraaxillar in der Mitte zwischen einer Reihe Mittelb. und einer Reihe Seitenb. Doch kann man hier bisweilen von einem Trag- oder Axillarblatt (Gabelb., siehe weiter unten) reden, da der Spross gleich bei seinem Auftreten einen sehr großen Raum der Seitenfläche des Hauptstammes in Anspruch nimmt und dann in der Achsel des ihm zunächst stehenden Seitenb. oder Unterb. zu stehen scheint. Auch die Internodien zwischen den Gabelungsknotenpunkten sind anscheinend stets festgelegt, und zwar in der Weise, dass die Teilung des Vegetationspunktes stets erst erfolgt, nachdem derselbe eine bestimmte oder doch zwischen bestimmten Zahlen schwankende Anzahl von B., resp. Blattpaaren erzeugt hat, die für verschiedene Arten verschieden sein kann.

Gestalt und anatomischer Bau des Stammes. Der Stamm oder Stengel ist bei den. S. bald mehr, bald weniger cylindrisch gerundet oder vierkantig (goniotrop), oder er ist dorsiventral ausgebildet, auf der Rücken- und Bauchseite flach (pleurotrop) und oben an der dem Lichte zugekehrten Rückenseite dann 2- bis 4furchig. Auch kommen (bei den tristelischen Arten) von den Seiten zusammengedrückte, mehr oder weniger kantige oder auch an den Seiten gefurchte Formen vor. Dem entsprechend ist der Querschnitt des Stengels beschaffen, zu dessen Form die anatomische Beschaffenheit in gewisser Beziehung steht. Über die letztere ist zur Zeit ziemlich viel bekannt. Besonders ist die Kenntnis der Stengelanatomie durch die Abhandlungen von Gibson und neuerdings auch von Bruchmann außerordentlich gefördert worden, nachdem früher

Russow, De Bary, Van Tieghem und Douliot, Dangeard, Vladescu und andere Mitteilungen über denselben gemacht hatten.

Bei den meisten Arten befindet sich in jedem Spross ein axiles band- oder plattenförmiges, massives, markloses, radiär gebautes Leitbündel, eine sogenannte Stele (siehe über diese Bezeichnung oben S. 7), deren Flächen in Beziehung zum Boden oben und unten, dorsal und ventral, und deren Ränder seitlich rechts und links zu stehen kommen. Bei einigen Arten, so z. B. bei *S. Braunii*, ist diese Stele auf ihrer unteren Fläche in der Mittellinie und auch neben jedem Seitenrand mit einem scharfen Leistenvorsprunge versehen. Jedes Blatt wird von dieser axilen Stele aus mit einem kleinen, den Mittelnerv desselben bildenden Bündel versehen, und dieses verhält sich in Bezug auf die Anlegung an andere gleichwertige Bündel, sowie an die stammeigene Stele ganz ähnlich wie die Blattbündel der Lycopodien. Indessen kommt bei manchen Arten auch Bi- und Tristelie vor, welche letztere infolge von Verdoppelungen der dorsalen und auch der ventralen Stele zur Tetra- und Pentastelie und durch Hinzukommen

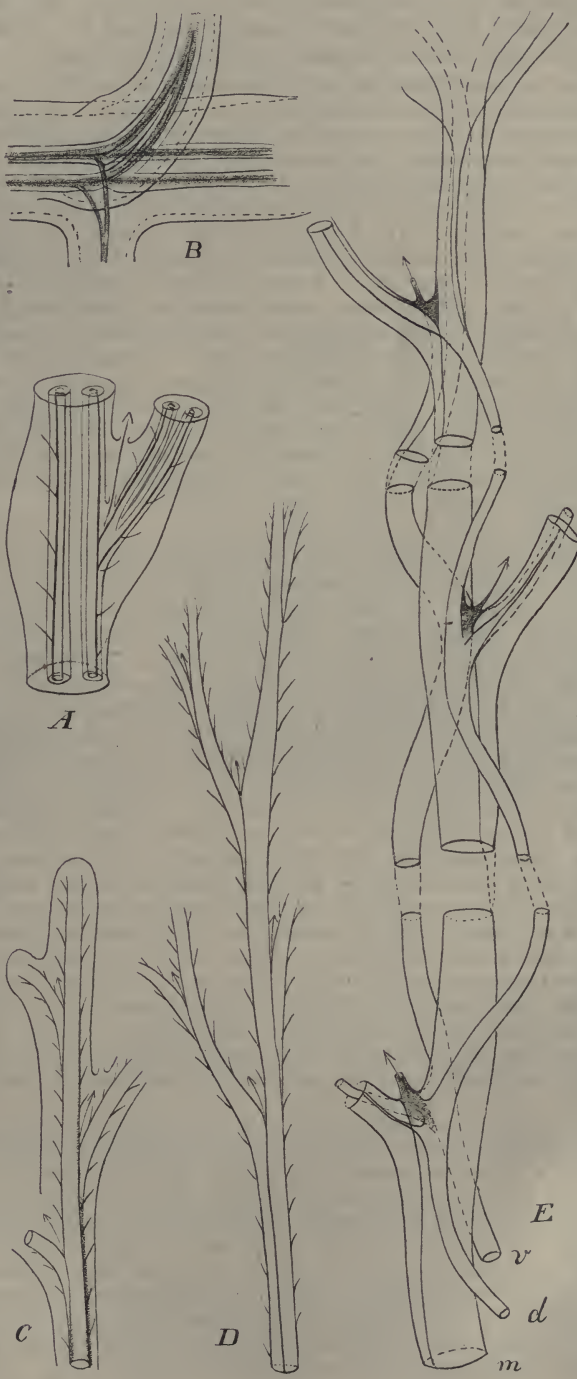


Fig. 394. Schemata des Verlaufs der Gefäßbündelstelen. *A S. Galeottei* Spring., Verlauf der Stelen bei einer Artikulation und Verschmelzung der Stelen von Hauptachse und Zweig. — *B S. Braunii* Baker, schematischer Längsschnitt durch die Verbindungsstelle eines Rhizoms einer aufsteigenden Achse und einer Wurzel, den Verlauf der Stelen illustrierend. — *C S. Martensii* Spring., Stelenverlauf in der Haupt- und ihren Nebenachsen, von der Rückenseite aus betrachtet. — *D S. unchata* (Desv.) Spring., Lagerungsverhältnisse des Protohydroms der Stelen einer Hauptachse und ihrer Nebenachsen zur Erläuterung des Stelenverlaufs in denselben. — *E S. inaequalifolia* (Hook. et Grev.) Spring., Schema des Stelenverlaufs in einem aufrechten Stengel von oben (von der Rückenseite des Stengels aus) gesehen; *d* dorsale, *m* mediane, *v* ventrale Stele. Mit unterbrochenen Linien ist der Verlauf der ventralen Stele hinter der medianen, sowie die verlängert zu ergänzenden Teile der Stelen in den Gabelungsinternodien bezeichnet. — Durch die Pfeile bei den Figuren *A*, *C*, *D* und *E* sind die Gefäßbündelspuren der Gabelblätter angedeutet. Bei den Figuren *D* und *E* ist die Umrisslinie der Hauptachse und deren Zweige der Deutlichkeit wegen weggelassen. (Alles nach Gibson.)

von Anastomosen zur Polystelie werden kann. Auch ist bei ein paar Arten im Rhizom eine hohle cylindrische Stele vorhanden. Kurz es kommen verschiedenartige Variationen in Bezug auf Anzahl, Form, Stellung etc. der Stelen des Stengels vor, und in diesen beruht hauptsächlich die Verschiedenheit im anatomischen Bau des letzteren bei den verschiedenen Arten. Gibson, der 53 Arten hinsichtlich der Stammstruktur untersucht hat, hat darauf bezüglich 8 verschiedene Typen unterschieden.

Wir geben in nachfolgendem die Schilderung dieser Typen nach den Zusammenfassungen seiner Resultate doch mit Abänderungen, die sich auf die Terminologie der Gewebe beziehen, und einigen Ergänzungen wieder, in der Reihenfolge, welche nach Gibson's Behauptung der phylogenetischen Entwickelung der Typen entspricht.

1. Typus der *S. Lyallii* (Fig. 395). Bei dieser Art ist ein wirkliches Rhizom vorhanden, von welchem aufrechte Sprosse auf der einen Seite und Wurzeln auf der anderen Seite ausgehen. Das Rhizom enthält eine cylindrische hohle Stele*) mit außen anliegenden Protohydromsträngen (*h* in Fig. 395). Das Centrum wird von Parenchym (*n* in Fig. 395) und von einem Metahydromstrang ohne Protohydromelemente eingenommen (*o* in Fig. 395), welcher vom inneren Rande der cylindrischen Stele abstammt. Der Cylinder ist gegenüber dem Entstehungspunkt jedes aufrechten Sprosses offen, und die Stelen des aufrechten Sprosses sind an den oberen dorsalen Rand von der Masche inseriert und sind auch mit dem centralen Hydromstrang, welcher in dieser Region mit der cylindrischen Stele zusammenfließt (vergl. *o* in Fig. 395) verbunden. Die aufrechten Sprosse besitzen 4 primäre Stränge, an welchen die Blattspurstränge inseriert sind, und mehrere accessorische Stränge, welche miteinander und mit den primären Strängen anastomosieren. Die letzten Zweige sind nur dreistelisch, ebenso wie in den normal tristelischen Arten (siehe unten Typus 8).

Hierher gehört außer *S. Lyallii* auch *S. laevigata*.

2. Typus der *S. selaginoides*. Dieser Typus ist außer von Gibson auch noch neuerdings von Bruchmann genauer untersucht worden. Derselbe zeigt Monostelie, doch findet sich ein Unterschied zwischen den niederliegenden vegetativen Achsen und den aufstrebenden in Blüten endenden Ästen. Der niederliegende Teil besitzt in seiner Stele anomalerweise ein centrales Protohydrom (Spiraltracheïden) und um dasselbe herum gelagert das Metahydrom (aus weitlumigen Treppen- oder Leitertracheïden bestehend) und um das ganze Hydrom das Leptom bestehend aus Protoleptom und Geleitzellen. Die äußerste Schicht der Stele fast Bruchmann als Schutzscheide oder Endodermis auf, während sie Gibson als Pericykel bezeichnet. Die aufrechten in Blüten endenden Zweige können bezüglich ihrer Anatomie mit den kriechenden Rhizomen von *S. Lyallii* verglichen werden und zeigen eine polyarche cylindrische Stele mit 4—8 Protohydromgruppen an der Peripherie des sich centripetal entwickelnden Metahydroms. Diese bezeichnen die Insertionsstellen der Blattspurstränge. Der Übergang von dem monarchen Bündel in der Basis des Blütenstiels bis zum polyarchen in der ausgebildeten Blüte findet nach Bruchmann folgendermaßen statt: die Erstlingstracheïdengruppe oder das Protohydrom, das in der Basis der Blüte das Centrum des Bündels einnimmt, wird nach aufwärts in dem immer stärker werdenden Stiel der Blüte in 2, 3 und mehr Äste gespalten, die immer weiter nach der Peripherie des Hydroms zu auseinander weichen und endlich diese selbst einnehmen. Die Blattspurstränge der Region des Stammes mit centralem Protohydrom durchdringen das Metahydrom desselben und verschmelzen mit dem centralen Protohydromstrang. Übrigens ist die Stele auch in der apicalen Region nicht als hohl zu betrachten, wenn auch hier dem Metahydrom ein procambiales Meristem vorausgeht.

---

*) Diese hohle Stele kann vielleicht als eine zu einem Hohlcylinder zusammengebogene bandförmige Stele betrachtet werden. Es ist dies um so annehmbarer, da bei *S. laevigata* dieselbe nicht allein nur an den Stellen, an welchen ein aufrechter Spross inseriert ist, sondern überhaupt offen zu sein scheint. Wenigstens finde ich im Querschnitt des Rhizoms den Hydromteil an einer Stelle stets durch ein Leptomband unterbrochen. Ich konnte jedoch bisher nicht nachweisen, dass ein Streifen von Pericykelzellen dies Leptomband halbiert und so eine Verbindung des äußeren und des inneren Pericykels hergestellt wird. Ist meine Deutung der hohlen Stele im 1. Typus richtig, so muss diese als aus der des gewöhnlichen monostelischen 6. Typus entstanden gedacht werden. Weitere Forschungen müssen ergeben, ob diese Vermutung richtig ist.

3. Typus der *S. Galeottei* (*A* in Fig. 394). Der sogenannte bistelische Typus. Dieser stammt nach Gibson vielleicht von dem der *S. Lyallii* ab und kann entstanden gedacht werden durch Fusion der Protohydromstränge und anliegenden Blattspursträngen, sowie durch schwache Entwickelung des Metahydroms, so dass zwei seitlich gestellte neben der Mittellinie verlaufende Stelen jede mit einem marginal (nach außen) gestellten Protohydromstrang hervorgehen. Nahe der Ursprungsstelle der Zweige vereinigen sich die Stelen der Hauptachse und ebenso die beiden Stelen des Zweiges miteinander vor ihrer Insertion in die Stele der betreffenden Seite der Hauptachse. Jede Stele der Haupt- oder Nebenachse nimmt die Blattspurstränge ihrer Seite auf, also die einer Seiten- oder Unterblattzeile und die einer Mittel- oder Oberblattzeile.

Hierher gehören die sämtlichen Arten, welche unten unter der Gruppe der *S. sulcata* der *Articulatae pleiostelicae* genannt sind*). Der Typus, welchen die Gruppe der *S. geniculata* derselben Reihe zeigt, bei welchem außer den zwei lateralen Hauptstelen noch 2—3 accessorische in stärkeren Stengeln vorkommen, bedarf noch genauerer Untersuchung, muss aber jedenfalls an den bistelischen Typus angeschlossen werden.

4. Typus der *S. Braunii* (*B* in Fig. 394). Bei diesem Typus findet sich wie bei *S. Lyallii* eine kriechende Achse (Rhizom), von welcher aufrechte Sprosse aufsteigen. Diese kriechende Achse ist anfangs monostelisch, später wird sie jedoch erstarkend bistelisch, und zwar sind die Stelen dorsal und ventral, nicht lateral (wie beim 3. Typus) gelegen. Die aufrechten Schösslinge sind indessen monostelisch, die beiden randständigen Protohydromstränge der Stele hängen mit den entsprechenden dorsalen und ventralen Stelen der kriechenden Achse zusammen. Dieser Typus steht bisher ganz isoliert da.

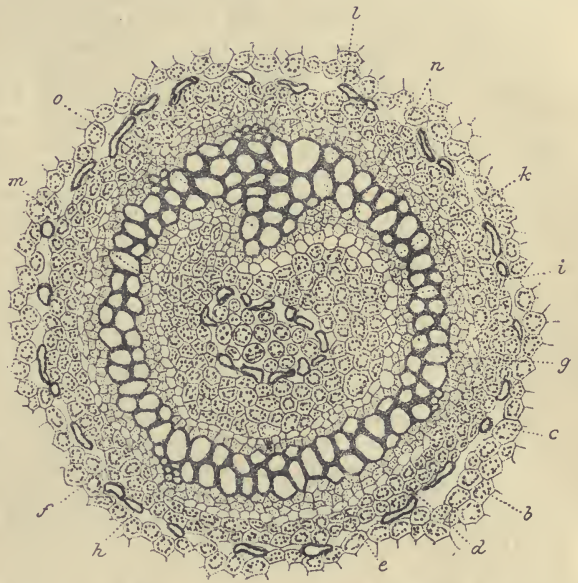


Fig. 395. *Selaginella Lyallii* Spring., Querschnitt der Gefaßbündelstele des Rhizoms; *b* innere Rinde, *c* cuticularisierte Endodermiszellen, *d* Pericykel, *e* Siebgefäße, *f* Leptomparenchym, *g* Metahydrom, *h* Protohydrom, *i* Leptomparenchym, *k* Siebgefäße, *l* Pericykel, *m* cuticularisierte Endodermiszellen, *n* centrales Parenchym, *o* weiter aufwärts isolierter Strang von Metahydrom. (Nach Gibson.)

5. Typus der *S. oregana*. Dieser Typus stellt einen Übergang zwischen dem Typus der *S. selaginoides* und dem gewöhnlichen monostelischen Typus (6) dar. Obgleich die B. bei dieser Art alle gleichgestaltet sind, und die Sprosse also radiär, so ist die einzige Stele des Stengels oder Zweiges doch dorsiventral gebaut und besteht aus einem Bande, welches zwei marginale Protohydromstränge aufweist. Der Querschnitt zeigt außerdem 4 Blattspuren in der inneren und 4 solche in der äußeren Rinde, welche mit den der inneren Rinde alternieren. Diese Blattspurstränge sind nicht rund um die Hauptstele, sondern nur an den marginalen Protohydromsträngen inseriert. Ganz ähnlich wie *S. oregana* verhalten sich alle die unten unter der Gruppe der *S. rupestris* erwähnten Arten.

6. Typus der *S. Martensii* (Schema *C* in Fig. 394). Dieser Typus gehört der Mehrzahl aller Arten an, die alle trotz des verschiedenen Habitus durch die Dorsiventralität, welche

*) Gibson nennt unter den bistelischen Arten von nichtartikulierten Selaginellen *S. delicatissima*. Was diese anbetrifft, so hatte ich Gelegenheit, Originalexemplare Alex. Braun's zu untersuchen. Dieselben ergaben sich als monostelisch. Es muss also Gibson eine andere Art vorgelegen haben und nicht die wahre *S. delicatissima* Al. Braun.

sich sowohl in der äußeren Gestalt wie in der inneren anatomischen Beschaffenheit zeigt, charakterisiert sind. Es findet sich hier in den Stengelorganen nur eine bandförmige Stele.

Hierher gehören sämtliche Arten, welche sich unter der Subsection der *Pleiomacrosporangiatae monostelicae* aufgeführt finden. Außerdem zeigen auch ein Teil der *Oligomacrosporangiatae*, nämlich die Reihe der *Continuae* und die Reihe der *Articulatae monostelicae* nur eine Stele in den Stengelorganen.

7. Typus der *S. uncinata* (Schema *D* in Fig. 394). Dieser Typus ist besonders interessant, insofern als sich hier zuerst die Tendenz zeigt zur Bildung von mehreren getrennten Stelen. Höchstens finden sich 3 solche, von denen eine median, eine dorsal und eine ventral steht. Der von der medianen Stele mehr oder weniger getrennte dorsale Strang steigt bei *S. uncinata* auf demselben Wege als das dorsale Protohydromband bei *S. oregana* und *S. Martensii* auf, nur ist bei *S. uncinata* dieses stärker entwickelt und ist mehr oder weniger von der Haupthydrommasse getrennt. Dieser Typus bildet einen Übergang von dem oben als 3. Typus bezeichneten monostelischen zu dem tri-, resp. polystelischen, nächstfolgenden Typus. Hierher gehört nur noch *S. Mayeri*, die mit *S. uncinata* nahe verwandt ist, aber bereits öfters 3 völlig getrennte Stelen aufweist.

8. Typus der *S. inaequalifolia* (Schema *E* in Fig. 394). Dieser Typus repräsentiert nach Gibson die höchste und am meisten specialisierte Entwickelung des Stammes der Gattung. Hier sind im Hauptstengel und in demselben gleichwertigen Innovationszweigen 3 Stelen stets vorhanden, außer der medianen, welche allein die gewöhnlichen Blattspurstränge aufnimmt, eine dorsale und eine ventrale. Die dorsale Stele entsteht durch Verschmelzung von Strängen, welche in jüngeren Sprossregionen die anliegenden marginalen Protohydromstränge der aus den Zweigen stammenden einzelnen bandförmigen Stele bilden, während die ventrale aus der Verschmelzung der Blattspuren der Gabelblätter entsteht und durch Elemente die von der medianen Stele abstammen an den Insertionspunkten der Zweige, wo eine Verschmelzung stattfindet, verstärkt wird. In den kriechenden Achsen sind gewöhnlich wie in den aufrechten Hauptachsen 3 Stelen vorhanden, bisweilen aber auch in dünneren Achsen nur eine, oder auch Übergangsformen, je nachdem die Stelen sich mehr oder weniger vereinigen; in diesen letzteren kehrt also gewissermaßen der 7. Typus der *S. uncinata* wieder. Hierher gehören die meisten Arten, welche unten als *Pleiomacrosporangiatae pleiostelicae* aufgeführt sind.

An diesen Typus schließen sich an die 4—5 Stelen im aufrechten Stengel aufweisenden *S. D'Urvillaei*, *S. Lobbii* und *S. Gaudichaudiana*, deren Typus sicherlich aus dem normalen tristelischen hervorgegangen ist, aber noch genauerer Untersuchung bedarf.

Aus der Schilderung dieser 8 verschiedenen Typen, denen sich bei weiteren Untersuchungen kaum noch andere bedeutend abweichende Typen in Zukunft werden anreihen lassen, geht hervor, dass die Stengelorgane der in Bezug auf Anzahl, Verlauf und Entstehung ziemliche Verschiedenheiten aufweisen, die wie wir weiter unten sehen werden auch für die Systematik verwertet werden können. Weniger wichtige, wenn auch zahlreiche Verschiedenheiten finden sich im Bau der Stelen und in den übrigen Geweben vor. Wir betrachten hier von außen nach innen fortschreitend zuerst die Epidermis.

Die Epidermis des Stengels zeichnet sich durch völlige Abwesenheit von Spaltöffnungen aus. Ihre Zellen zeigen eine deutliche Cuticula, welche bei *S. Krausseana* und anderen Arten mit kleinen Warzen, ähnlich der Cuticula vieler Blätter siphonogamer Gefäßpflanzen besetzt ist, sind meist länglich und besitzen entweder dicke geschichtete und verholzte Wände, oder sie sind dünnwandig. Bisweilen kommt es vor, dass die Epidermiszellen auf der dorsalen und ventralen Oberfläche dorsiventral gebauter Stämme länglich und dünnwandig sind, nahe der Basis der Blätter aber kurz sind und hier dicke getüpfelte Wände zeigen. Meist enthalten die Epidermiszellen Chlorophyll, und ihre Wände sind bisweilen von einem gelblichen, später roten Farbstoff durchtränkt. Letzteres ist z. B. bei *S. lepidophylla* und *S. Douglasii* der Fall. Einzellige cuticularisierte einfache Haare, welche nur Ausbuchtungen der Epidermiszellen darstellen, finden sich an den aufrechten Trieben von einigen Arten, z. B. bei *S. Braunii*, *S. Vogelii*, *S. flabellata*. Bei *S. lepidophylla* finden sich selbständig entwickelte Haare, die entweder einzellig oder etwas sternförmig verzweigt sind und einem kurzen, aus kleinen Zellen gebildetem Podium aufsitzen. Die meisten S. entbehren jedoch gänzlich des Haarschutzes der Stengelorgane. Die Epidermiszellen bilden entweder eine gesonderte Schicht, oder sie können kaum von den darunter liegenden Hypodermiszellen unterschieden werden. *S. lepidophylla* zeichnet

sich nach Wojinowicz durch ein mehrschichtiges Hautgewebe aus. Unter der obersten Schicht der eigentlichen Epidermis befindet sich eine 2—3 Reihen starke Schicht von dünnwandigen, kreisrunden bis elliptischen Zellen. Diese stellt ein Wassergewebe vor und ist scharf von dem anstoßenden Rindengewebe gesondert und innig mit der Epidermis verbunden.

Die Rinde des Stengels der *S.* gliedert sich von außen nach innen in folgende Teile: 1) in die Hypodermis (das Stereom oder den mechanischen Cylinder), 2) die eigentliche Rinde, 3) das Trabecular- oder Lacunargewebe, 4) den Pericykel.

Die Hypodermis (das Stereom oder der mechanische Cylinder) besteht aus sklerenchymatischen dickwandigen und verholzten Zellen und findet sich in den aufrechten Sprossen der meisten *S.*; in den Rhizomteilen derselben Arten fehlt jedoch dies Gewebesystem durchaus. Bei *S. Apus*, *S. molliceps* und anderen ist die Hypodermis der aufrechten Sprosse auf 1—2 Schichten reduziert, bei anderen, und zwar besonders xerophytischen Arten, wie z. B. *S. involvens*, *S. lepidophylla* finden sich 20 und mehr Schichten. Ganz fehlt der mechanische Cylinder nur bei *S. selaginoides*. Bei *S. Vogelii*, *haematodes*, *umbrosa*, *erythropus*, *Pringlei* u. a. finden sich unter der Epidermis Schichten verdickter, sklerenchymatischer Zellen, welche ganz rot gefärbte Zellwände aufweisen. Dunkelbraun bis fast schwarz gefärbte Zellwände besitzen die Stereomzellen der Stengel von *S. digitata*, *convoluta* und *Schaffneri*. Bisweilen ist Chlorophyll in den Zellen des mechanischen Cylinders vorhanden. Dieselben liegen stets dicht aneinander, fast ohne Intercellularräume, und laufen an den Enden spitz zu. Nach innen zu gehen diese mechanischen Schichten meist allmählich in dünnwandiges Rindenparenchym über. Der schon erwähnte mächtig entwickelte Stereomcylinder von *S. lepidophylla* zeigt eine besondere Beschaffenheit, die sich vielleicht auch noch bei verwandten Arten wiederfindet. Die Zellen der organisch oberen (bei der Austrocknung concaven) Seite sind mächtiger entwickelt und haben stärker verdickte Membranen, als die der (bei der Austrocknung convexen) Unterseite. Außerdem sind die Zellen, welche die concave Seite des Stengels aufbauen, in Kurven angeordnet, welche parabelähnlich von der Mitte des Stengels zu seiner Peripherie aufsteigen, die Zellen der convexen Stengelhälfte dagegen in Längsreihen geordnet, welche der Achse parallel laufen.

Eigentliche sklerotische Zellen sind eine seltene Erscheinung im Stereom der *S.* Solche finden sich nur bei *S. rupestris* und Verwandten um angeschwollene Blattbasen.

Die auf den mechanischen Cylinder nach innen zu folgende eigentliche Rinde ist von sehr verschiedener Dicke und geht meist allmählich nach außen in das peripherische Stereom, nach innen zu in das Trabeculargewebe über. Die Zellen derselben sind lang, an den Enden abgestutzt, verhältnismäßig groß und zart bei *S. Kraussiana* u. a., oder auch dickwandig und getüpfelt, wie bei *S. grandis*. Je weiter nach innen gelegen, desto kleinlumiger werden gewöhnlich die Rindenzellen. Bei vielen Arten sind die inneren Schichten derselben sehr locker angeordnet und durch Intercellularräume getrennt, bei *S. involvens* finden sich größere Intercellularräume sogar in der ganzen eigentlichen Rinde bis zum Stereomcylinder. Bei *S. haematodes* sind die inneren Rindenzellen sklerotisch. Viele Arten, so *S. Martensii*, *grandis*, *Griffithii*, *inaequalifolia*, *Lobbii*, *haematodes*, *suberosa*, *involvens*, *gracilis*, *flabellata*, *caulescens* var. *amoena* und *S. Emmeliana* führen nach Gibson kieselhaltige Ablagerungen in der Rinde. Die Verticalwände der innersten Rindenschichten, besonders die an die Intercellularräume angrenzenden sind mit einer reichlichen, verschieden dicken Ablagerung von Kieselsäure in unregelmäßigen, farblosen, mit meist stark zerrissenem, selten glattem Rande versehenen, bisweilen rissigen Platten bedeckt. *S. rubella* zeigt solche Ablagerungen sowohl in der eigentlichen Rinde, als auch auf den Flächen, welche die großen Lacunen begrenzen. In der eigentlichen Rinde findet sich meist reichlich Chlorophyll und Stärke, letztere besonders reichlich bei *S. viticulosa*.

Im Anschluss an die eigentliche Rinde müssen die bei den *S.* vorkommenden gelenkartigen Anschwellungen von Stengelteilen, die sogenannten Artikulationen besprochen werden. Dieselben beruhen nämlich auf einer Hypertrophie der

eigentlichen Rinde, die sowohl in Zellvermehrung, wie auch in Zellvergrößerung besteht. Dergleichen Artikulationen finden sich einerseits dicht unterhalb der Gabelungen des Hauptstengels und gleichwertiger Innovationssprosse, andererseits an der Basis der Fiederzweige erster Ordnung des Hauptstengels und der Innovationssprosse. Ersteres ist bei den meisten *Oligomacrosporangiatae* der Fall, weshalb Alexander Braun diese Gruppe mit Ausschluss der verhältnismäßig wenigen nicht gegliederten Arten als *Articulatae* bezeichnete. Hier sind die angeschwollenen Glieder meist verhältnismäßig kurz, und bei vielen Arten sind die Stengel, besonders wenn die Artikulationen sehr kurz, aber auch zugleich sehr ausgeprägt sind, in diesen leicht zerbrechlich. Der zweite Fall des Vorkommens von meist verhältnismäßig langen Artikulationen an der Basis der Fiederzweige erster Ordnung findet sich bei der Reihe der *Pleiostelicae* der *Pleiomacrosporangiatae*, so z. B. bei *S. aspericaulis*, *megastachya*, *Wallichii*, *inaequalifolia*, *D'Urvillaei*, *viridangula*, *chilensis*. Im ersteren Falle dürfte die Artikulation, der vegetativen Vermehrung dienen, indem die Stengel in mehrere Teile zerbrechen; im zweiten jedoch dürfte dieselbe allzustarke Transpiration infolge trockener Hitze zu verhindern geeignet sein. Es scheint nämlich, dass die Seitenzweige erster Ordnung bei beginnender Austrocknung sich nach unten zusammen und übereinander schlagen, welche Bewegung denselben durch die zeitig eintretende Wasserabnahme in den vorher sehr angeschwollenen Zellen der Artikulationen ermöglicht werden dürfte. Doch sind meines Wissens Beobachtungen über das biologische Verhalten dieser Arten bei starker Hitze und Lufttrockenheit nicht vorhanden. Ausgeschlossen scheint es mir jedoch, hier an die Ermöglichung nyctitropischer Stellungen der betreffenden Zweige durch die Artikulationen zu denken.

An die eigentliche Rinde, oft in dieselbe übergehend, schließt sich das Lacunar- oder Trabeculargewebe an, welches in seiner höchsten Ausbildung eine intermediäre Erscheinung zwischen lamellösem und vielarmigem Parenchym darstellt und eine große Lufträume durchsetzende Schicht zwischen der eigentlichen Rinde und der festen Gefäßbündelscheide bildet. Als Trabeculargewebe ist dasselbe bezeichnet worden, weil es die Gefäßbündelstelen mit der inneren Rinde durch Zellen oder Zellreihen, wie durch kleine Balken dieselben stützend, verbindet. Dasselbe zeigt besonders zwei verschiedenartige höchste Ausbildungsweisen. Entweder ist eine Endodermiszelle mit zwei angeschwollenen chlorophyllführenden Zellen verbunden, welche auf der äußeren Seite den Zellen der inneren Rinde angelagert sind, oder aber diese distalen Zellen teilen sich, und es bildet sich aus ihnen ein Haufen von Zellen, welche das Ende der Endodermiszelle umgeben. Meist aber wird die Trabecula nur durch eine Endodermiszelle gebildet. Die hier als Endodermiszellen bezeichneten sind gewöhnlich längere oder kürzere röhrenförmige chlorophyllfreie Zellen, welche fast immer in der Mitte einen deutlichen cuticularisierten Ring besitzen, der sich bisweilen später über die ganze Wand ausdehnen kann. Diese culticularisierten ring- oder bandförmigen Verdickungen der Endodermiszellen ragen in die Intercellularräume mehr oder weniger hinein und sollen nach Hegelmaier durch centrifugales Dickenwachstum entstehen. Es ist noch zweifelhaft, ob sie eine ähnliche Constitution besitzen, wie die in die Intercellularräume der *Marattiaceae* und *Cyatheaceae* hineinragenden Zellwandverdickungen (siehe oben S. 431).

Bei den niederliegenden Achsen von *S. selaginoides* und dem Rhizom von *S. Lyallii* ist schon in sehr jungen Stadien die ganze Außenwand der Endodermiszellen gleichmäßig cuticularisiert (vergl. *c* und *m* in Fig. 395). Bei *S. Kraussiana* und anderen finden sich bisweilen zwei und mehr Endodermiszellen von einem gemeinsamen Cuticularband umschlungen (vergl. *D* und *E* in Fig. 396). Bei *S. Braunii* sind die Endodermiszellen nicht selten verzweigt. In anderen Fällen z. B. bei den von Baker unter dem Namen *S. canaliculata* zusammengefassten Arten sind die Endodermiszellen quer durch die Lacunen direkt mit festeren und gedrängter stehenden Rindenzellen verbunden (*C* in Fig. 396). Die besonderen als distale bezeichneten Zellen, welche bei anderen Arten an die Endodermiszellen angeheftet sind (vergl. *A* in Fig. 396), sind meist stark angeschwollen und succulent und enthalten viel Chlorophyll. Oft unterliegen diese Zellen Teilungen, so dass

beim entwickelten Zustande eine ganze Anzahl von Parenchymzellen an den der inneren Rinde zu liegenden Enden der Endodermiszellen vorhanden ist. In anderen Fällen sind diese Zellen lang röhrenförmig und gleichen mehr denen der inneren compacten Rinde. Dies ist z. B. bei *S. grandis* der Fall (*A* in Fig. 396). Bei *S. viticulosa* (*B* in Fig. 396) ist die betreffende Endodermiszelle verbunden mit 2—5 oder bisweilen auch noch mehr langen in einander oft verschlungenen, chlorophyll- und stärkereichen (bei der citierten Fig. ist der Zellinhalt weggelassen) Zellen, und oft finden sich auch ähnliche Büschel, welche von der inneren Rinde ausgehen und teilweise die Lacunen erfüllen, aber nicht mit den gegenüberliegenden Endodermiszellen in Verbindung stehen. Das letztere ist z. B. bei *S. sulcata* der Fall. Bei *S. helvetica* und vielen anderen Arten grenzt an die

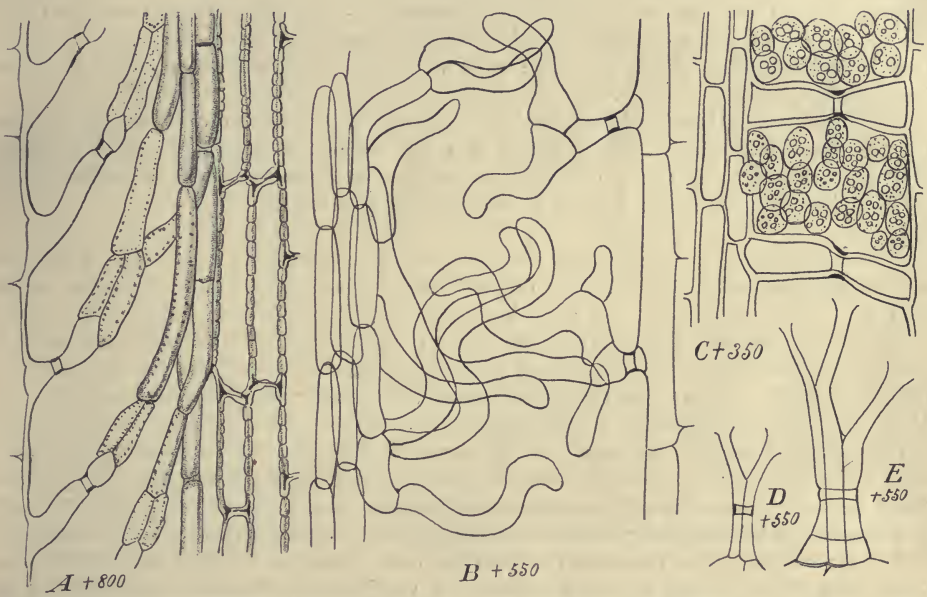


Fig. 396. Lacunar- oder Trabeculargewebe bei verschiedenen *Selaginellen*. *A* Teil eines radialen Stengellängsschnittes von *S grandis* Moore. Vergr. 800/1. — *B* Ebenso von *S viticulosa* Klotzsch. Vergr. 550/1. — *C* Teil eines Querschnittes des Stengels von *S. canaliculata* (womit vermutlich die unten als *S. plana* (Desv.) Hieron. bezeichnete Art gemeint ist). Vergr. 350/1. — *D* Zwei Endodermiszellen von *S. Kraussiana* A. Braun, welche in einen gemeinsamen cuticularisierten Ring eingeschlossen sind. Vergr. 550/1. — *E* Drei ebensolche in einen gemeinsamen Ring eingeschlossen. Vergr. 550/1. (Alles nach Gibson.)

Endodermiszelle eine intermediäre Zelle oder eine Reihe von solchen. Bei *S. Braunii*, *S. Poulteri* u. a. werden die Lacunen von einem wirklichen Netz von Zellen, bei der von Gibson als *S. canaliculata* bezeichneten von Parenchym ausgefüllt (siehe *C* in Fig. 396), bei *S. inaequalifolia* endlich sind außer den Endodermiszellen noch an den Pericykel direkt sich anschließende Zellreihen, welche die Lufträume durchsetzen, vorhanden.

Das vorstehend über das Trabeculargewebe Gesagte bezieht sich nur auf die aufrechten Achsen, in den kriechenden ist ein solches Gewebe überhaupt nicht oder doch nur sehr rudimentär (z. B. bei *S. Lyallii*) entwickelt, und die Gefäßbündelstelen hängen vermittelst des sogenannten Pericykels direkt mit der inneren Rinde zusammen.

Mit dem Namen Pericykel ist nun bei den *S.* die direkt an die Gefäßbündelstele grenzende mit derselben fest zusammengefügte und sie von den Lacunen trennende meist einfache oder bisweilen auch mehrfache innerste Rindenschicht bezeichnet worden, welche früher auch für die eigentliche Schutzscheide oder Endodermis der Gefäßbündelstelen ausgegeben worden ist. Bei höchster Entwickelung besteht der Pericykel aus 4—5 Lagen von Zellen. Diese sind stets lang, dünnwandig und besitzen nach den Lacunen zu Zellwände, welche von einer deutlichen Cuticula bedeckt sind.

Hier muss nun noch kurz ein Blick auf die die Gefäßbündelstelen selbst zusammensetzenden Zellelemente geworfen werden. An den Pericykel grenzen meist zarte Leptomelemente, welche ungleichmäßig dicke, aber stets stark lichtbrechende Wände besitzen, die von Russow Protophloëm benannt, hier als Protoleptom bezeichnet sein mögen. Diese Protoleptomelemente sind z. B. bei *S. Wallichii* sehr zahlreich, bei anderen Arten sind weniger vorhanden, oder sie fehlen sogar ganz. Die Siebgefäße, welche sich an diese Protoleptomelemente anschließen, besitzen ebenfalls sehr zarte Wände, welche zahlreiche seitliche und quere, aber meist sehr schwer zu erkennende Siebplatten aufweisen. Außer Protoleptom und Siebgefäßen zeigt der Leptomteil der Stelen noch Leptomparenchym, welches eine deutliche, 1—4 fache Schicht zwischen den Siebröhren und dem Hydrom bildet und auch bisweilen in isolierten Zellgruppen oder als vereinzelte Zellen zwischen den Siebröhren auftritt. Das Protohydrom besteht aus Spiral- oder Ringtracheïden, das Metahydrom aus Leiter- oder Netztracheïden. Im Metahydrom von *S. oregana, rupestris* und verwandten sind durch teilweise oder vollkommene Zellfusionen deutlich wahre Tracheen gebildet.

Schließlich ist hier noch auf das Vorkommen von sekundärem Dickenwachstum am Grunde des hypokotylen Stämmchens in dem verdickten Stammgrunde von *S. selaginoides* aufmerksam zu machen, auf welches wir weiter unten bei der Besprechung der Bildung der Wurzeln dieser Art noch zurückkommen werden.

Wurzelträger. Sehr eigentümliche Organe, deren morphologischer Charakter noch nicht genügend aufgeklärt ist, sind die sogenannten Wurzelträger. Dieselben finden sich bei vielen niederliegenden oder aufsteigenden Arten an den Verzweigungsstellen, meist je einer auf der ventralen, dem Erdboden mehr oder weniger zugekehrten unteren, und auf der dorsalen, dem einfallenden Lichte zugekehrten oberen Seite des Stengels, und entstehen nach Nägeli und Leitgeb exogen unmittelbar am Scheitel vermutlich zugleich mit den betreffenden Verzweigungen. Der obere wächst nach kurzer Krümmung um den Stengel herum, der untere direkt abwärts. Der Vegetationspunkt derselben ist stets haubenlos. Bei *S. Martensii* und verwandten Arten wachsen die Wurzelträger anfangs mit einer vierseitigen pyramidalen Scheitelzelle. Es entwickelt sich jedoch meistens nur der untere Wurzelträger, dessen Vegetationspunkt sich bald verbreitert und abflacht, wobei zugleich aus der vierseitig pyramidalen eine vierseitig prismatische Scheitelzelle wird, von welcher sich je eine basiläre und vier laterade Segmentreihen abgliedern. Erst wenn der Wurzelträger feuchten Boden oder Wasser erreicht, giebt er diese Art des Scheitelwachstums auf, seine Spitze schwillt an, und es entstehen endogen in dieser echte haubenführende Wurzeln, welche in den Boden oder in das Wasser eindringen. Bei *S. Martensii* und vielen anderen Arten gabeln sich die Wurzelträger, noch bevor sie den Erdboden erreichen, ein- bis mehrmals und bilden auch selbst nahe dem haubenlosen Scheitel Haare, die ganz den Wurzelhaaren gleichen. Diese Äste sind ganz ebenso beschaffen wie die primären Wurzelträger und stehen zu einander in ziemlich spitzem Winkel, so dass beide in ihrer Richtung zu der senkrechten des primären Wurzelträgers ziemlich abweichen. Jede folgende Gabelungsebene schneidet die vorhergehende rechtwinkelig. Die einzelnen Verzweigungsglieder können bisweilen mehrere cm lang werden.

Außer durch die exogene Entstehung und den haubenlosen Vegetationspunkt weichen die Wurzelträger von den Wurzeln auch noch dadurch ab, dass sie einen mehr stengelähnlichen anatomischen Bau besitzen. Die peripherischen Rindengewebe derselben sind nämlich besonders starkwandig ausgebildet. Es findet sich, wie in den Stengelorganen, eine hohlcylindrische Anordnung von mechanisch wirksamen Stereomelementen, durch welche die Tragfähigkeit der Wurzelträger, welche den Verzweigungssystemen als Stütze zu dienen bestimmt sind, und die daher eigentlich Stammträger genannt werden müssten, erhöht ist. Auch zeigen die Gefäßbündel der Wurzelträger bei *S. Kraussiana* nach De Bary und bei *S. Ludoviciana* nach Bruchmann radiären Typus, während die Wurzelträger der anderen Selaginellen gewöhnlich collaterale Anordnung ihrer monarchen Bündel zeigen. Nägeli und Leitgeb fühlten sich durch die angeführten Eigenschaften

dieser Organe veranlasst, dieselben für Stengelorgane zu halten. Ihrer Ansicht folgten später andere Forscher, so besonders Pfeffer, welcher zuerst nachgewiesen hat, dass die Wurzelträger von *S. Martensii*, *S. inaequalifolia* und *S. laevigata* (= *S. Willdenowii*) sich ausnahmsweise in beblätterte Laubsprosse umbilden können. Nägeli und Leitgeb haben auch angegeben, dass manche Arten z. B. *S. cuspidata*, *S. laevigata* (= *S. Willdenowii*) an den unteren Verzweigungswinkeln der Äste wahre Wurzeln erzeugen. Diese letzte Angabe wird jedoch von Bruchmann neuerdings als irrtümlich bezeichnet. Derselbe untersuchte zwar nicht die von Nägeli hierauf geprüften Arten, wohl aber eine größere Anzahl anderer, bei denen ebenfalls scheinbar echte Wurzeln unmittelbar aus dem Stamme entstehen, und fand bei allen diesen Arten stets — oft allerdings nur sehr kleine und rudimentäre — Träger, in welchen die echten Wurzeln endogen entstehen.

Während Nägeli und Leitgeb, Pfeffer, Treub, Bruchmann und noch andere Forscher die Wurzelträger demnach für Stammgebilde halten, vertreten andere, so besonders Van Tieghem und Douliot, Reinke, Sarauw die Ansicht, dass diese Organe als haubenlose Wurzeln zu betrachten sind, welche die Funktion haben, das Verzweigungssystem der *S.* zu stützen. Besonders der letztgenannte Forscher suchte diese Ansicht durch Gründe zu unterstützen. Er machte darauf aufmerksam, dass diese Organe durch die geotrope Wachstumsweise gewissermaßen schon den Charakter der Wurzel an sich tragen, und dass dem Nichtvorhandensein einer Wurzelhaube keine allzu große Bedeutung für die Erteilung des morphologischen Charakters beizumessen sei, da sich haubenlose Wurzeln auch bei anderen Pflanzen finden, so z. B. bei den *Hippocastanaceae* und *Sapindaceae*, bei *Azolla*, *Bromeliaceae*, *Pistia*, welche Wurzeln besitzen, die entweder von Anfang an der Wurzelhaube entbehren oder dieselbe doch verlieren. Dem Nachweis Pfeffer's, dass die Wurzelträger mancher Arten sich in beblätterte Laubsprosse umbilden können, hält Sarauw entgegen, dass ähnliches auch bei echten Wurzeln vorkomme, so bei *Neottia Nidus avis*, *Anthurium longifolium*, *Asplenium esculentum* (syn. *Anisogonium seramponense*) und bei *Platycerium*-Arten; der Angabe, dass der anatomische Bau der Wurzelträger ein stammartiger sei, wird gegenübergestellt, dass Warming bei den Stützwurzeln von *Rhizophora Mangle*, Haberlandt bei denen von *Zea Mais* und Sarauw selbst einen ähnlichen Bau bei entsprechenden Organen von *Avena sativa* und *Triticum vulgare* gefunden haben, und dass dieser Bau mit der Funktion dieser Organe als Stützen zu dienen zusammenhängt.

Die Ansicht der genannten Forscher könnte auch durch die Angaben, welche Wojinowić gemacht hat, zu stützen sein. Nach diesem entstehen an unbestimmten Stellen auf der Oberseite des Stengels von *S. lepidophylla* adventiv echte haubenführende Wurzeln, welche bogenförmig um den Stengel herumwachsen und sich erst auf der Rückseite des Stengels positiv geotrop verhalten und, bereits ehe sie um den Stengel herumwachsen, deutliche Wurzelhauben besitzen. Immerhin könnte diese Angabe und auch eine solche von Goebel, der behauptet, dass bei *S. denticulata*, *S. helvetica* und verwandten nur echte Wurzeln aus den Stengeln entspringen, wie die oben erwähnte von Nägeli und Leitgeb auf einem Irrtum beruhen. Jedenfalls werden erst weitere Untersuchungen über den morphologischen Charakter der Wurzelträger Aufklärung bringen. Noch ist hier die vermittelnde Ansicht Dangeard's zu erwähnen, der die Wurzelträger als Übergangsorgane von Wurzel zum Stamm betrachtete.

Über die genauere Anatomie der Wurzelträger hat außer Nägeli und Leitgeb De Bary Mitteilungen gemacht. Die Wurzelträger von *S. Kraussiana* sind durch cylindrische Gefäßbündel ausgezeichnet, in welchen die Mitte des centralen und in centraler Folge sich ausbildenden Hydroms von Protohydrom, den engen Erstlingstracheïden eingenommen, die Peripherie von Metahydrom, weitlumigen Treppentracheïden gebildet wird. Um diesen Gefäßteil herum ist der Leptomteil als mehrschichtige kleinzellige Zone gelagert, in welchem bisher noch nicht mit Sicherheit Siebgefäße nachgewiesen worden, aber wohl sicher vorhanden sind. Zur Bildung der Bündel des ersten Wurzelpaares wird das Bündel des Trägers gleichsam in zwei Hälften gespalten, in welchen eine Gruppe von engen Erstlingstracheïden den einen Rand des Gefäßteils einnimmt, von dem die Ausbildung der Elemente nach der anderen breiteren Seite fortschreitet. De Bary betrachtet demnach den Gefäßteil der Wurzelträger als monarch, ähnlich den gewöhnlichen collateralen Bündeln. Um das Gefäßbündel herum ist die chlorophyllhaltige Rinde gelagert. Die dem Leptomring nahe anliegenden Zellen derselben

sind verhältnismäßig dünnwandig, man kann daher auch die innerste Schicht, welche an jenen direkt grenzt, nicht als Endodermis oder Schutzscheide bezeichnen, da ihr die Funktion, dem Gefäßbündel als Schutz zu dienen, abgeht, sondern sie entspricht dem Pericykel der Stengelstelen. Die Wanddicke der Rindenzellen nimmt nach außen hin allmählich zu. Diese Lagen von Rindenzellen mit verdickten Zellmembranen bilden den oben bereits erwähnten Stereomcylinder. Auch die Außenwand der Epidermis ist unterhalb der deutlichen Cuticula stark verdickt. Ähnlich wie *S. Kraussiana* dürfte sich *S. Ludoviciana* und noch andere verhalten.

Etwas anders, wie die Wurzelträger dieser Arten sind die von *S. Martensii* und wohl der meisten Arten gebaut. Diese besitzen wie die Wurzeln ein achsiles Leitbündel mit monarchem Gefäßteil in collateraler Anordnung.

Wurzel. Pfeffer war der Ansicht, dass die erste Wurzel des Keims von *S. Martensii* unvermittelt an dem Stamme als direkte Fortsetzung desselben entsteht und nicht in einem besonderen Organ gebildet wird. Bruchmann hat jedoch neuerdings gefunden, dass, worauf oben bereits bei der Entwickelungsgeschichte der ersten Wurzel hingewiesen ist, sowohl diese wie auch die zwei weiteren gewöhnlich am Stammgrunde der *S.* befindlichen Wurzeln als Seitenwurzeln in einem kleinen Gewebekörper entstehen, welcher zwar im kleinen, doch genau dasselbe Organ darstellt wie ein Wurzelträger, der aus den Verzweigungswinkeln des Stammes entsteht. Die Untersuchungen Bruchmann's beziehen sich auf *S. selaginoides, helvetica, Martensii, Ludoviciana* und *Kraussiana*, also auf Arten, welche verschiedenen Gruppen angehören, und ist danach wohl anzunehmen, dass diese Art einer indirekten endogenen Entstehung aus dem Stammgrunde für die ersten drei hier entstehenden Wurzeln allgemeine Gültigkeit hat, ebenso wie die Entstehung der Wurzeln an den Gabelungsstellen des Stammes selbst, wie bereits oben erwähnt ist, nach Bruchmann nie eine direkte aus dem Stamme ist, sondern entweder durch entwickelte oder durch rudimentäre Wurzelträger vermittelt wird.

Die meisten *S.* begnügen sich mit der Bildung von drei Wurzeln am Stammgrunde und übertragen dann die weitere Erzeugung solcher auf die Verzweigungsstellen der Sprosse, nur *S. selaginoides* macht eine Ausnahme. Diese Art ist bezüglich der Anlage von Wurzelorganen lediglich auf den Stammgrund beschränkt. Dafür entstehen nach den drei ersten noch weitere Nebenwurzeln. Diese bilden sich nun nicht mehr in den nach der Erzeugung der ersten drei Wurzeln in Dauergewebe übergegangenen äußeren Rindenschichten, sondern weiter im Inneren. Zu diesem Zwecke bildet sich ein andauerndes, meristematisches Gewebe im Stammgrunde, auf das oben schon aufmerksam gemacht wurde, namentlich aus den inneren Rindenschichten, auf welche vom Hypokotyl her die letzten Elemente des achsilen Leitbündels führen, aus. In diesem entstehen nun noch bis 7 weitere Wurzeln. *S. selaginoides* erzeugt also die Wurzeln des Stammgrundes auf zweierlei Weise: während des jugendlichen Zustandes desselben in rudimentären Trägern, später durch secundäres Bildungsgewebe im Inneren des Stammgrundes.

Bei den *S.*, welche am Stammvegetationspunkt eine Scheitelzelle besitzen, bildet sich auch in der Wurzel stets eine Scheitelzelle aus, bei den anderen dem Stammvegetationspunkt entsprechend eine Initialgruppe von Zellen. Die Form der Wurzelscheitelzelle ist die einer dreiseitigen Pyramide, welche mit ihrer Grundfläche nach außen gekehrt ist. Die Teilwände verlaufen parallel den Seitenflächen und parallel der Grundfläche. Nach dem bekannten Schema werden durch erstere zunächst Segmente für die Bildung des Wurzelkörpers abgegeben, während durch die letzteren Kappenzellen für die Wurzelhaube erzeugt werden.

Bei *S. selaginoides*, bei welcher im Stammvegetationspunkt eine Gruppe von Initialzellen vorhanden ist, ist auch in der Wurzelspitze eine solche vorhanden. Doch ist nach Bruchmann diese Initialgruppe der Wurzelspitze eine doppelte, es ist eine kalyptrogene Gruppe und eine für den Wurzelkörper vorhanden. Die unmittelbar unter den Initialen der Wurzelhaube liegenden Initialzellen des eigentlichen Wurzelkörpers zeichnen sich

von den Zellen des dicht unter der Wurzelhaube erst deutlich hervortretenden Dermatogens durch größere Tiefe und dadurch aus, dass neben antiklinen auch perikline Teilungen in denselben stattfinden, doch kann hier von keinen persistenten Scheitelinitialen geredet werden, sondern es erhält nur die jedesmal die Mitte des Scheitels einnehmende Zelle oder Zellgruppe mehr als die seitlichen Zellen die Fähigkeit, durch antikline Teilungen nach den Seiten und durch perikline nach dem Wurzelinneren Segmente abzugeben. Aus letzteren geht der centrale Teil der Wurzel das Plerom und zum Teil auch noch der angrenzende Teil des Periblems hervor, während die von der Initialgruppe nach den Seiten abgegebenen Segmente noch zur Vervollständigung des Periblems beitragen und, wenn die Fähigkeit zu periklinen Teilungen scheitelwärts erlischt, zu Dermatogenzellen sich differenzieren. Während das Dermatogen so dicht unter dem Scheitel sich bereits als gesonderte Schicht erkennen lässt, tritt völlige Differenzierung des das innere der Wurzelspitze ausfüllenden Meristems in Periblem und Plerom erst später innerhalb der intercalaren Wachstumszone deutlich hervor.

Etwas anders als *S. selagionides* verhält sich nach Bruchmann's Untersuchungen *S. Lyallii*. Bei dieser sind nicht zwei, sondern drei gesonderte Initialgruppen vorhanden. Außer den Kalyptrogeninitialien ist eine besondere Initialgruppe für das Dermatogen einerseits und eine solche für Periblem und Plerom andererseits vorhanden. Dieser Typus nähert sich dem von *Lycopodium*, mit dem Unterschied, dass Periblem und Plerom am Scheitel noch nicht gesondert sind.

Wie die Wurzelträger können sich die Wurzeln wiederholt verzweigen, und zwar in derselben Weise, dass jede neue Verzweigungsebene stets senkrecht zu der vorhergehenden auftritt. Dem Anschein nach ist diese Verzweigung eine dichotomische bei allen Selaginellen. Das ist nun aber nach den Untersuchungen von Van Tieghem und Douliot einerseits und von Treub andererseits bei den eine Scheitelzelle in den Wurzelspitzen führenden nicht der Fall, vielmehr erfolgt die Gabelung der Wurzeln dieser Arten monopodial durch sehr früh auftretende seitliche Anlagen, indem in einem der jüngeren Segmente eine neue Scheitelzelle neben der älteren entsteht. Anders verhalten sich nach Bruchmann die mit einer Initialgruppe von Zellen wachsenden Wurzeln von *S. selagionides*. Nach diesem Autor hat man es bei diesen in der That mit einer echten Dichotomie zu thun, die aus dem einfachen Wurzelscheitel die Bildung zweier in divergenter Richtung wachsender gleich starker Gabeläste zustandebringt. Dabei muss noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass im Gegensatz zu den Gabelungen der Sprosse nur diese eine Art der Verzweigung der Wurzeln bei dieser Pflanze vorkommt. Die Dichotomie geht nach Bruchmann in der Weise vor sich, dass der Vegetationskegel sich verbreitert. Die beginnende Teilung des Scheitels ist zuerst am inneren Meristem zu erkennen, dessen Aktivität auch in der That hauptsächlich die Entstehung der Gabelung zugeschrieben werden muss. Diese Gabelungen erfolgen ziemlich schnell aufeinander.

Über die anatomische Beschaffenheit der Wurzeln ist wenig zu bemerken. Die Wurzelhaare tragende Epidermis bietet keine besonderen Eigentümlichkeiten. In der Rinde fehlt der für die Wurzelträger charakteristische Stereomcylinder, und dieselbe besteht nur aus verhältnismäßig dünnwandigen Zellen. Wie die Wurzelträger der meisten werden die Wurzeln aller Arten von einem axilen Bündel mit monarchem Gefäßteil in kollateraler Anordnung durchzogen, eine Eigentümlichkeit, welche dieselben auch mit den Wurzeln der *Lycopodiaceae*, *Isoëtaceae* und *Ophioglossaceae* teilen.

Von Janse und von Bruchmann sind in den Wurzeln der S. Endophyten nachgewiesen worden, die vielleicht in Symbiose mit den S. nach Art der Mycorrhizen anderer Pflanzen leben. Der von Janse bei Arten der Insel Java beobachtete Pilz ist jedoch nicht identisch mit den von Bruchmann bei *S. selaginoides* gefundenen.

Blätter. Über Anlage der B. der *S.*, deren Stammvegetationspunkt mit einer Scheitelzelzelle wächst, hat zuerst Hofmeister genauere Mitteilungen gemacht. Pfeffer hat diese Angaben vervollständigt. Über die Blattanlage bei *S. selaginoides*, deren Stammvegetationspunkt mit einer Initialgruppe von Zellen wächst, hat zuerst Hegelmaier

Angaben gemacht, die jedoch von Bruchmann neuerdings wesentlich berichtigt wurden.

Bei den mit einer Stammscheitelzelle versehenen Arten entspringen die beiden B. eines Paares gleichzeitig etwa in der Höhe des vierten und fünften Segmentes von der Scheitelzelle abwärts. Zwei gegenüberstehende Zonen von Zellen, deren jede fast ein Viertel des Stengelumfangs einnimmt, wölben sich nach außen, und ihre Zellen werden dann durch je eine schief geneigte Wand geteilt, welche nach Pfeffer nicht immer der Scheitelzelle abgewendet ist, wie Hofmeister angegeben hat. Jede Scheitelzelle arbeitet nun mit abwechselnd schief zu einander geneigten Wänden, während durch zu diesen senkrechte Teilungen die Zahl der Wandscheitelzellen vermehrt wird. Die auf gleicher Höhe entspringenden B. eines Paares müssen nach Pfeffer aus ungleich hohen Zonen zweier gegenüberliegender Segmente ihren Ursprung nehmen. Ob aus jedem Segmente immer nur ein oder aber zwei Blätter hervorgehen, ist nicht festzustellen, da die Grenzen der Segmente sich in der bezüglichen Entfernung vom Vegetationspunkt verwischen und so eine constante Beziehung zwischen Scheitelzellsegmenten und Blattinsertion nicht nachzuweisen ist.

Die junge Blattanlage erscheint, von oben betrachtet, bald als ein schmaler, ein Vierteil des Stengelumfangs umfassender Saum, dessen weitere Entwickelung jedoch keine besonders wichtigen Momente darbietet, weshalb ich daher hier auf die eingehende Schilderung Hofmeister's verweise.

Die Blattanlage von *S. selaginoides* beginnt nach Bruchmann mit der Hervorwölbung einiger äußeren Zellen dicht am Vegetationspunkte. In dieser folgen peri- und antikline Teilungen einander schneller als in den angrenzenden Zellen der Oberfläche. Dadurch, dass das raschere Wachstum sich auch noch auf die benachbarten peripherischen Zellen des Vegetationskegels fortsetzt, namentlich in transversaler Richtung, erhält die junge Blattanlage in dieser Richtung ihre größte Ausdehnung. Die Zellen der Oberflächenschicht, welche dem Blatte den Ursprung geben, zeigen zunächst in radialer Richtung über die Peripherie des Sprosses hinaus eine größere Volumenzunahme und bilden auch im weiteren Wachstum einen fächerartig oder strahlig geordneten Zellkörper. Dass in solcher Zellgruppe, die durch die erste perikline Teilung nach außen abgegeben wurde, sich die Teilungen wiederholen hat Bruchmann gegenüber der entgegengesetzten Behauptungen Hegelmaier's nachgewiesen. Auch hier muss ich in Bezug der Weiterentwickelung der Anlage auf die eingehende Schilderung Bruchmann's verweisen.

Die B. sind bei allen Selaginellen verhältnismäßig klein, einfach und niemals geteilt, stets nur einnervig und besitzen an der Basis auf der morphologischen Oberseite in der Jugend stets einen nebenblattartigen Zellkörper die sogenannte Ligula. Man muss die eigentlichen Laubblätter, die Niederblätter der Rhizome, Ausläufer etc. mancher Arten und die fertilen Sporophylle der Blüten unterscheiden.

Die eigentlichen Laubblätter sind entweder isomorph oder heteromorph, und zwar giebt es in der Gattung isophylle Arten, welche nur eine Art Laubb. besitzen und anisophylle Arten, bei denen gewisse Sprosse und Zweige zweierlei Laubb. aufweisen. Diese Verschiedenheit in der Blattgestalt und Blattgröße steht in inniger Beziehung mit der Blattstellung und ist durch diese bedingt. Es ist daher nötig, vorerst auf die Blattstellung hier einzugehen.

Bei der Untergattung *Homoeophyllum* findet sich stets ein gleichmäßig radiärer morphologischer Aufbau der Sprosse und Zweige. Die eigentlichen Laubb. stehen entweder alternierend, und zwar in einfacheren Stellungen bei der Gruppe der *S. pumila*, in complicierteren Stellungen bei den Arten der Gruppe der *S. rupestris*, bei denen $^3/_8$ und $^5/_{13}$ Stellung nicht selten sind, oder aber in Kreuzstellung wie bei der Gruppe der *S. uliginosa*. Bei *S. selaginoides* ist die Anordnung der eigentlichen Laubb. nach Bruchmann eine höchst unregelmäßige, teils wirtelig, teils spiralig: auf die beiden einander gegenüberstehenden Kotyledonen folgen sich kreuzende Blattpaare, wobei es nicht selten vorkommt, dass die beiden einem Paare angehörenden B. nicht genau in der gleichen Höhe inseriert sind, also die decussierte Blattstellung gestört erscheint; an den Zweigen

der Kotyledonarachse treten jedoch sehr bald spiralige Blattstellungen auf, die um so complicierter und dichter werden, je mehr die Äste dem Lichte ausgesetzt sind, an verhältnismäßig im Dunkeln, etwa im hohen Grase gewachsenen vergeilten Ästen wird die Blattstellung lockerer und bald wirtelig. *S. selaginoides* gleicht in Bezug auf diese Abwechselung von complicierten Spiralstellungen der B. und von Wirteln manchen Arten von *Lycopodium*. Ähnlich wie *S. selaginoides* verhält sich anscheinend die außer zur selben Gruppe gehörende *S. deflexa*, deren Blattstellung noch nicht genauer untersucht worden ist.

Bei den Arten der Untergattung *Heterophyllum*, welche von einem Rhizom aus besondere aufrechte Sprosse treiben, oder deren Rhizome sich in solche verlängern, kommt zwar an diesen Rhizomen und den unteren unverzweigten, stielartigen Teilen der aufsteigenden wedelartigen Sprosssysteme auch noch eine regelmäßige oder noch öfters eine gestörte Kreuzstellung der hier gleich oder doch ziemlich gleich gestalteten Blattschuppen oder Niederb. vor und bei den Arten dieser Untergattung, welche auf dem Boden hinkriechende Sprosssysteme aufweisen, ist oft eine gekreuzte Wirtelstellung noch zwischen dem Kotyledonenpaare und dem nächstfolgenden Blattpaare vorhanden, bei allen Arten jedoch finden sich stets dorsiventral gebaute Äste und Zweige, welche die Sprosssysteme zusammensetzen und eine in bestimmter Weise modificierte gekreuzte Blattstellung und zugleich Heteromorphie in den Gliedern der einzelnen Blattpaare aufweisen. Es stehen bei diesen dorsiventral gebauten entweder ganz niederliegenden oder doch dem Erdboden mehr oder weniger parallel stehenden oder doch geneigten Ästen und Zweigen 2 Blattreihen auf der dem einfallenden Lichte zugekehrten Ober- oder Rückenseite und 2 auf der dem Boden zugekehrten Unter- oder Bauchseite derselben oder doch wenigstens seitlich. Die B. der oberen dorsalen Reihen, von Spring als Mittelb., von anderen Autoren als Oberb. bezeichnet, sind stets nach der Mitte des Rückens des dorsiventral gebauten Sprosses zusammengeschoben und meist bedeutend kleiner, die B. der unteren Reihen von Spring als Seitenb. von anderen Autoren als Unterb. bezeichnet, sind nach den Seiten ausgebreitet und meistens viel größer. Diese Blattstellung ist, wie gesagt, als eine modificierte decussierte oder Kreuzstellung zu betrachten. Sie unterscheidet sich von der normalen Kreuzstellung dadurch, dass die einzelnen Blattpaare sich nicht unter rechten Winkeln, sondern schief kreuzen, doch so, dass zwei gleiche spitze Winkel rechts und links seitlich fallen, ein großer oft einem gestreckten Winkel gleichkommender auf die ventrale Seite und ein spitzer auf die dorsale zwischen die stark zusammengeschobenen Mittel- oder Oberblätter. Die Insertionslinie der Blattbasen, die bei den radiär aufgebauten Sprossen der Untergattung *Homoeophyllum* im wesentlichen quer zur Längsachse der Stengel verläuft, ist bei den dorsiventralen Sprossen der *S.* der Untergattung *Heterophyllum* stets schief gestellt, und zwar so, dass die linke basale Hälfte von den auf der (vom Beschauer aus) rechten Seite des Sprosses stehenden Seiten- oder Unterb. nach unten in morphologischem Sinne, also nach der Sprossbasis zu fällt, die rechte nach oben, also der Spitze des Sprosses zu gerichtet ist, während bei den Mittel- oder Oberb. gerade das entgegengesetzte der Fall ist. Diese eigentümliche schiefe Stellung der beiden Blattarten hat, sowie überhaupt die Anisophyllie der der Untergattung *Heterophyllum* angehörenden Arten, den Zweck, die Beleuchtung für die B. möglichst nutzbar zu machen. Dieselbe ist nicht bereits in der ersten Anlage der B. begründet, sondern beruht auf späteren verschiedenartigen intercalaren Dehnungen und Wachstumserscheinungen des Stengels.

Einen Übergang von der Untergattung *Homoeophyllum* zu der Untergattung *Heterophyllum* bildet bezüglich der Blattstellung die kleine, noch in letztere von mir gestellte Gruppe der *S. borealis* und verwandten. In diese stelle ich auch *S. sanguinolenta*, welche sicher ganz nahe verwandt ist mit *S. borealis*, aber von Spring zu den *S. homoeophyllae* gestellt wurde, weil man die nur verhältnismäßig selten (nach Goebel's Vermutung an feuchten Standorten) auftretenden dorsiventral gebauten Zweige nicht genügend beachtet hatte. Ja bei der unten als *S. Aitchisonii* von mir bezeichneten Art, welche der *S. sanguinolenta* sehr nahe steht, sind überhaupt noch keine dorsiventralen Sprosse beobachtet worden, aber wohl vermutlich vorhanden. Diese Gruppe zeichnet sich auch noch dadurch aus, dass die Seitenb. und Mittelb. fast gleich groß und gleich gestaltet sind.

Noch muss hier das Vorkommen von ein paar Fällen ganz abnormer Blattstellung bei *S.* erwähnt werden. Al. Braun beobachtete an cultivierten Exemplaren von *S. convoluta* ährenartige Spitzen der dorsiventralen Zweige mit zweizeiliger Blattstellung, bei welchen gewissermaßen die Mittelb. fehlten, die vorhandenen Seitenb. aber ihre schiefe Insertion beibehalten hatten. Von großem morphologischen Interesse sind ferner die von Spring für Bulbillen gehaltenen, von Al. Braun als solche erkannten Gallen von *S. pentagona*, welche von Strasburger genauer beschrieben worden sind. Dieselben zeigen eine regelmäßige 6zeilige Stellung vollkommen gleichartig ausgebildeter Blätter in alternierenden dreizähligen Quirlen, eine Stellung die für die sonst dorsiventrale Sprosse mit modificierter schiefer Kreuzstellung aufweisende Art ganz abnorm ist. Ebenso auffallend ist eine zweite Art Gallen, welche ich an Exemplaren von *S. plumea* im Berliner Kgl. Botan. Museum beobachtete. Dieselben bilden artischokenförmige Schöpfe mit allseitig ausstrahlenden, in complicierten Spiralstellungen stehenden, länglich lanzettlichen, langspitzigen, gleichseitigen isomorphen Bracteen, welche die normalen Seitenblättchen der ebenfalls heteromorphe Laubblätter tragenden Art an Länge bedeutend, über das Doppelte derselben, übertreffen.

Was nun die Gestalt der Laubb. anbetrifft, so ist dieselbe bei der Untergattung *Homoeophyllum* stets gleichseitig, bei den Gruppen der *S. selaginoides*, *S. pumila* und *S. uliginosa* sind sie stets flach und ohne Furche am Rücken, bei der Gruppe der *S. rupestris* sind verlängert dreieckige, lanzettliche und bisweilen pfriemlich verdickte Formen vorhanden, welche stets am Rücken eine Furche aufweisen.

Anders verhalten sich die heteromorphen Laubb. der Untergattung *Heterophyllum*. Hier herrschen ungleichseitige Formen vor, die oft mehr oder weniger sichelförmig nach oben dem Vegetationspunkt zu gebogen sind.

Eine Ausnahme machen in dieser Beziehung die in der Nähe der Verzweigungen stehenden Seitenb. mancher *S.*, die als Gabel- oder auch fälschlich als Trag- oder Axillarblätter bezeichnet werden, trotz dem sie, wie oben erwähnt, in keinen direkten genetischen Beziehungen zu den Auszweigungen des Stengels stehen. Diese sind fast stets gleichzeitig ausgebildet, nicht sichelförmig gebogen und bisweilen schmäler, oft aber auch bedeutend breiter, als die gewöhnlichen Seitenb.

Die Mittel- oder Oberb. sind oft stärker zugespitzt, meist im Verhältnis schmäler und kleiner (die Gruppe *S. borealis* und wenige andere Arten machen eine Ausnahme). Die nach oben gerichtete größere Seitenfläche der Seiten- oder Unterb. reicht bisweilen auf die ventrale Seite des Stengels hinüber und ist dann nicht selten chlorophyllarm und verhältnismäßig dünn gegenüber der bisweilen stark verdickten, viel kleineren morphologisch unteren schief nach der dorsalen Seite des Stengels vorgezogenen Seitenfläche. Beide Arten von Laubb. besitzen nicht selten an der einen oder auch an beiden Seiten der Basis seitlich oder nach unten vorgezogene Ecken oder längere ebensolche Öhrchen, welche oft mehr oder weniger hyalin ausgebildet sind, indem sie des chlorophyllhaltigen Mesophylls entbehren, und die von Wichtigkeit sind bei der Unterscheidung der Arten. In dem Fall, dass die Öhrchen beiderseits gleichmäßig ausgebildet, grün wie die Blattspreite und mit dem inneren Rande genetisch verwachsen sind, erscheint das B. als schildförmig angewachsen. Sowohl Seitenb. wie Mittelb. können schildförmig angewachsen sein. Schließlich sind hier noch zu erwähnen die Haargebilde, welche in Gestalt von längeren, meist einfachen, selten gegliederten Wimpern oder von kurzen Haarzähnchen am Rande der Blätter vorkommen und auch bei der Unterscheidung der Arten meist nicht unbeachtet bleiben dürfen (siehe *E* u. *F.* in Fig. 397).

Anatomischer Bau der eigentlichen Laubblätter. Über die Anatomie der Laubb. hat ebenfalls Gibson die genauesten Angaben gemacht, nachdem vorher mehr oder weniger umfangreiche Beiträge zur Kenntnis derselben von Hofmeister, Russow, Treub, Mac Nab, Haberlandt, Dangeard, Wojinowić, Erikson und Cornaille geliefert worden waren. Als Einteilungsprinzip verwendete Gibson sowohl die Gleichheit oder Ungleichheit der Epidermis von Ober- (Ligular-) und Unter- (Aligular-)seite wie auch das Vorhandensein eines homogenen oder heterogenen Mesophylls. Da dieser Autor eine verhältnismäßig große Anzahl (52) von Arten auf Blattanatomie untersuchte, so dürfte wohl die Anzahl der Typen mit den von diesem Autor unterschiedenen ziemlich

erschöpft sein, und dürften sich unter den übrigen nicht untersuchten Arten kaum in dieser Beziehung bedeutend abweichende befinden. Ehe wir diese Typen kurz charakterisieren, wird es zweckmäßig sein, auf die einzelnen Gewebesysteme, welche im Blatt auftreten, einen Blick zu werfen. Die Zellen der Epidermis finden sich in 3 Modifikationen: 1) als konische oder keilförmige Zellen, welche ihre breitere Basis nach außen besitzen, an der Spitze mit dem Mesophyll in Verbindung stehen und oft nur einen Chlorophyllkörper enthalten, 2) längliche 4 eckige oder sich verschmälernde plattenförmige Zellen mit mehr oder weniger welligen, seitlichen Wänden und 3) sklerotische, warzige und längliche Faserzellen (vergl. *B* in Fig. 397), welche bei manchen Arten am

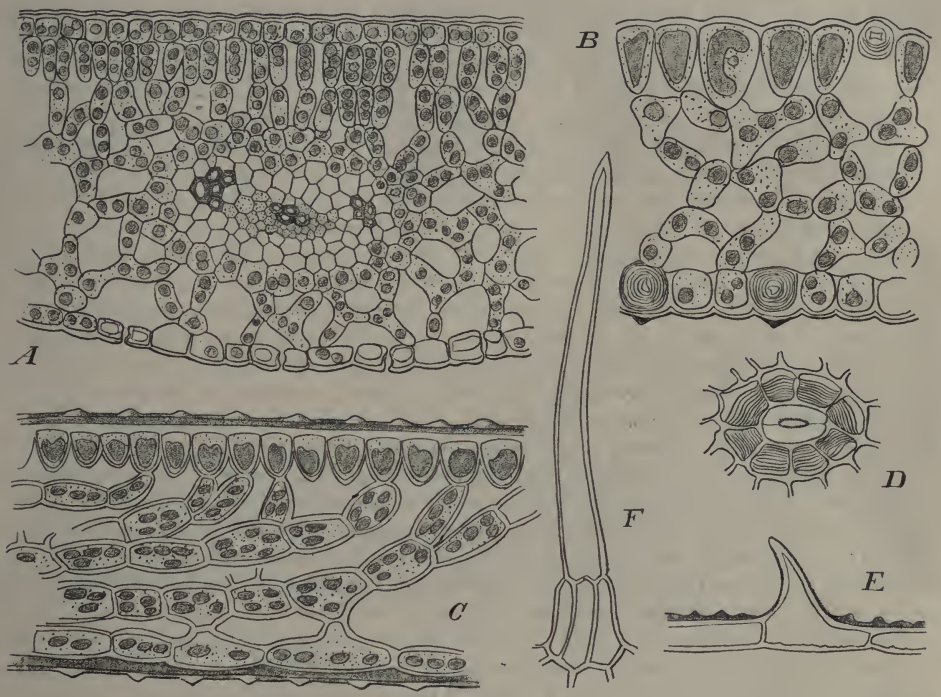


Fig. 397. Blattanatomie der *Selaginellen*. *A* Medianes Stück eines Querschnittes eines Seitenblattes von *S. Lyallii* Spring. An die (nach oben liegende) Epidermis der Ligularseite schließt sich eine (oft verdoppelte Lage von Palissadenzellen an; sonst wird der Querschnitt hauptsächlich von netzig verbundenen Mesophyllzellen eingenommen (die jedoch an den hier nicht sichtbaren Rändern und der Spitze des B. ganz fehlen); das Gefäßbündel besteht aus 3 Strängen von Spiraltracheïden; der mediane Strang wird halb von Leptom und alle drei Stränge von kleinzelligem keine Intercellularräume und wenig Chlorophyll aufweisenden Parenchymzellen umgeben; in der Epidermis der Aligularseite zeigt das Querschnittsstück 4 Spaltöffnungen. Vergr. 350/1. — *B* seitliches Stück aus einem Querschnitt eines Seitenblattes von *S. suberosa* Spring.: die Epidermis der Ligularseite zeigt keilförmige Zellen, welche nur je einen einzigen muldenförmigen Chlorophyllkörper aufweisen, außerdem den Querschnitt einer sklerotischen Faserzelle; die der Aligularseite zeigt dicht aneinander schließende Zellen, welche meist mehrere kleine Chlorophyllkörper enthalten, und den von 2 sklerotischen Faserzellen. Vergr. 350/1. — *C* Teil eines seitlich vom Gefäßbündel geführten Längsschnittes eines Seitenbl. von *S. helvetica* (L.) Link; die Cuticula der Epidermis beider Seiten zeigt warzenförmige Höcker; die Epidermis der Ligularseite besteht aus von oben gesehen polygonalen, von der Seite gesehen keilförmigen (in der basalen und apicalen Region jedoch verlängerten) Zellen, das Mesophyll besteht aus Reihen von verlängerten Zellen, welche in Kurven von der ventralen zur dorsalen Oberfläche aufwärts steigen. Vergr. 350/1. — *D* Spaltöffnung von *S. producta* Bak., bei welcher die umgebenden Zellen starke Verdickungen der der Spaltöffnung anliegenden Wände zeigen. Vergr. 350/1. — *E* Marginales Haarzähnchen eines B. an *S. serpens* (Desv.) Spring. Vergr. 350/1. — *F* Vielzelliges Haar des basalen Ohrlappens des Unterblattes von *S. sulcata* (Desv.) Spring. Vergr. 450/1. (Alles nach Gibson, z. Teil etwas ergänzt.)

Rande vorkommen, bisweilen auch zwischen den Epidermiszellen der beiden ersten Typen unregelmäßig zerstreut sind, oder auch wie bei *S. caulescens*, *S. microstachya*, *S. latifrons*, *S. Griffithii*, *S. atroviridis*, *S. trinervia*, *S. similis* und anderen zu mehreren vereinigt in bestimmter Entfernung vom Blattnerven und diesem parallel verlaufen, wodurch eine scheinbare Dreinervigkeit der Blätter bewirkt wird. Was die Verteilung der

Spaltöffnungen anbetrifft, so besitzen die meisten Arten solche auf der aligularen Seite, während sie auf der ligularen Seite derselben entbehren. Eine Ausnahme hiervon macht die Gruppe der *S. lepidophylla*. Hier finden sich auch auf der ligularen Seite stets Spaltöffnungen. Im übrigen zeigen die Arten mancherlei Verschiedenheiten in Bezug auf die Verteilung der Spaltöffnungen auf der Mittelrippe, den Blatthälften und dem Rande derselben. Die Entwickelung und der Bau der Spaltöffnungen ist ganz wie bei den Siphonogamen. Bei einigen wenigen Arten treten 3 oder sogar 4 Schließzellen wie bei den Spaltöffnungen am Sporogonium der Moose und bei *Iris* auf. Dahin gehört z. B. *S. viticulosa*. Bei älteren Blättern mancher Arten z. B. *S. Martensii*, *S. producta*, *S. concinna*, *S. viticulosa* werden die Membranen der Schließzellen, sowie auch noch die angrenzenden Membranen der ihnen benachbarten die Spaltöffnung umgebenden Epidermiszellen stark verdickt (siehe *D* in Fig. 397).

Das Mesophyll variiert sehr in Bezug auf die Zusammensetzung seiner Zellen. Dasselbe besteht bei den Blättern der meisten Arten aus einem Netz- oder Schwammgewebe von längeren oder kürzeren Zellen, dessen Maschen durch große Intercellularräume gebildet werden. Bei gewissen Arten ist eine Pseudopalissadenschicht ausgebildet, entweder aus den oberen Zellen des Netz- oder Schwammgewebes oder aus besonderen kleineren Zellen, welche mit den Schwammzellen in Verbindung stehen, bestehend. Bei anderen Arten, so bei *S. concinna* und *S. Lyallii* (siehe *A* in Fig. 397), ist eine deutliche wahre Palissadenschicht vorhanden. An den Blatträndern der meisten Arten fehlt das Mesophyll ganz, oft auch in den Öhrchen an der Basis, wenn diese chlorophyllos erscheinen, ja bei *S. molliceps* und anderen Arten ist das Mesophyll auf die Umgebung des Gefäßbündels beschränkt, im ganzen übrigen B. berühren sich die Epidermislagen der Unter- und Oberseite, und das B. selbst ist dann nur zwei Zelllagen dick. Noch ist zu bemerken, dass der Zellsaft des Mesophylls der *S.* meist deutlich sauer reagiert, und dass sich häufig Krystalldrusen von oxalsaurem Kalk in den Zellen desselben vorfinden, beides wohl zum Zweck, den Pflanzen als Schutzmittel gegen Schneckenfraß zu dienen.

Das Gefäßbündel des Blattnerven ist stets einfach und endet frei an der Basis der Blattspitze, nur bei *S. molliceps* beobachtete Gibson und ich bei *S. monospora* monströs gegabelte Gefäßbündel. Der Hydromteil wird stets aus 1 Ring- und 3—4 Spiraltracheïden und im oberen Drittel des Blattes bisweilen auch aus Netztracheïden gebildet. Dieser Hydromteil wird von Leptom, gebildet aus einigen schmalen, langen parenchymatischen Zellen und 1—2 Siebröhren, umgeben; das Leptom seinerseits von einer bisweilen mehrschichtigen Lage ohne Intercellularräume zusammengefügter, größerer Zellen, welche bereits, wenn auch nur wenig, Chlorophyll enthalten und den Zellen des Pericykels bei den Stelen des Stammes entsprechen und nicht als Endodermis ausgebildet sind. Nur an der Blattbasis ist nach Gibson eine wahre Endodermis vorhanden. *S. Lyallii* weicht bedeutend von allen übrigen *S.* in so fern ab, als bei ihr die Hydromelemente in 3 Gruppen angeordnet sind, jede von Leptomparenchym und die mittlere auch von Siebröhren umgeben (siehe *A* in Fig. 397).

Die von Gibson unterschiedenen Typen des anatomischen Blattbaues sind nun folgende:

1. Typus der *S. Martensii*. Hierher gehören die meisten Arten, welche monostelische und tristelische Stämmchen besitzen. Die Ligular- oder morphologische Oberseite der B. besitzt eine von der Aligular- oder morphologischen Unterseite der B. verschiedene Epidermis. Meist besitzen die Ligularseiten der Seitenb. oder Unterb. und die Aligularseiten der Mittelb. oder Oberb. in Flächenansicht polygonale, in der Querschnittsansicht konische oder keilförmige Epidermiszellen, die Aligularseite der Seitenb. und die Ligularseiten der Mittelb., welche beide dem Boden zugekehrt, sind fast kegelförmige Epidermiszellen mit polygonaler Basis nach außen. Spaltöffnungen finden sich nur auf der Aligularseite beider B.-Arten.

Das Mesophyll besteht aus einem netzigen Schwammgewebe. Bei einigen Arten mit sehr zarten B., z. B. *S. molliceps*, *S. apus* und *S. albonitens*, fehlt das Mesophyll fast vollständig oder gänzlich mit Ausnahme einer das Gefäßbündel umgebenden Schicht. Bei einigen Arten sind Anzeichen zur Bildung einer Palissadenschicht vorhanden, so bei *S. plumosa* und *S. helvetica*.

2. Typus der *S. Braunii*: Die Epidermis der beiden Blattseiten der beiden Blattarten ist gleich gestaltet und besteht aus verlängerten Zellen mit buchtigen Seitenwänden. Das

Mesophyll ist in eine deutliche Palissadenschicht und in netzförmiges Mesophyll gegliedert. Zu diesem Typus gehören auch noch *S. concinna* und *S. Bakeriana*.

3. Typus der *S. Galeottii*. Die Epidermis der beiden Blattseiten besteht aus gleichartigen oder doch sehr ähnlichen, in der Längsachse verlängerten Zellen mit welligen Querwänden. Das Mesophyll ist homogen und besteht aus netzförmigem Schwammgewebe; eine Palissadenschicht ist nicht vorhanden. Dieser Typus ist anscheinend vertreten bei allen Articulaten, deren Stamm zwei Stelen aufweist, so bei *S. sulcata*, *S. Kraussiana*, *S. Poulteri*, *S. rubella*, doch findet er sich auch bei monostelischen Arten, deren Stengel nicht gegliedert ist, so bei *S. lepidophylla*, *S. involvens* und *S. pilifera* und vermutlich verwandten Arten.

4. Typus *S. selaginoides*. Dieser Typus schließt sich dem vorigen an. Die Epidermis der Ligular- und Aligularseite ist von sehr ähnlichem Charakter, nur dass letztere allein Spaltöffnungen besitzt, die auch noch am Rande sparsam vorkommen, da hier die sklerotischen Epidermiszellen ganz fehlen. Das Mesophyll ist homogen und besteht aus mehr oder weniger in der Richtung der Blattachse verlängerten Zellen, welche ein loses Netzwerk bilden. Zu diesem Typus gehört auch *S. rupestris*, *S. oregana* und vermutlich alle übrigen der Gruppe der *S. rupestris* angehörigen Arten.

5. Typus *S. Lyallii*. Dieser Typus ist ebenfalls sehr ähnlich den beiden vorhergehenden. Er unterscheidet sich nur dadurch, dass das Mesophyll hier in Schwammgewebe und eine deutliche, gewöhnlich sogar doppelte Pallisadenschicht gesondert ist.

An der Oberseite (in morphologischem Sinne) aller Blattorgane von *S.* findet sich, stets wie bereits oben bemerkt ist, in verhältnismäßig jugendlichen Stadien derselben ein zarter, häutiger, flacher Zellkörper, der als »Nebenorgan«, »Nebenblatt« oder Ligula bezeichnet worden ist und auch bei den *Isoëtaceen* vorkommt, weshalb die beiden Familien der *Selaginellaceen* und *Isoëtaceen* auch als *Ligulaten* zusammengefasst worden sind. An älteren Blättern ist dieses Gebilde oft nicht mehr auffindbar, es ist oft verschrumpft und abgefallen, an den jüngeren aber wird man nie vergeblich nach demselben suchen. In der That ist auch die Funktion dieser Ligula nur eine temporäre. Dieselbe ist außerordentlich frühzeitig am Blatte entwickelt, noch ehe das zugehörige Blatt selbst seine volle Ausbildung erreicht hat. Ihre Randzellen und Papillen sind im Jugendzustande mit Schleim dicht erfüllt, und sie hat zur Zeit ihrer Lebensthätigkeit den Zweck, die jungen Blattanlagen des Vegetationspunktes feucht zu erhalten. Dieselbe entsteht an der Basis der morphologisch oberen Seite häufig in einer besonderen Vertiefung (*F* in Fig. 398) und bildet entweder eine rechtwinkelige Platte mit mehr oder weniger gefranztem und mit einzelligen Papillen besetztem Rande, z. B. bei *S. Douglasii*, *S. stenophylla*, *S. suberosa*, *S. molliceps*, *S. cuspidata* und anderen Arten (*B* in Fig. 398), oder sie ist einfach gekerbt wie bei *S. erythropus* (*D* in Fig. 398), *S. serpens*, *S. involvens* etc. Eine fächerartige Gestalt mit gekerbtem, gelapptem oder gefranztem Rande zeigt sie bei *S. haematodes*, *S. caulescens*, *S. Karsteniana*, *S. viticulosa*, *S. plumosa* und *S. Martensii* (*A* in Fig. 398), zungenförmig leicht gekerbt ist sie bei *S. Vogelii* (*C* in Fig. 398), *S. Griffithii* und *S. uncinata*. Bei *S. haematodes* ist das Podium der Ligula kaum eingesenkt, während es bei *S. helvetica* (*E* in Fig. 398), *S. Lyallii* u. a. in einer besonderen becherförmigen Vertiefung der Blattbasis sitzt. Dieses Podium der Ligula ist durch eine Scheide von kubischen oder in der Richtung der Längsachse des Blattes gestreckten Zellen mit den Epidermiszellen des Blattes und des Stammes verbunden. Die Zellwände dieser Scheide werden später stark cuticularisiert und verdicken sich. Das Podium selbst ist keilförmig und besteht im dicksten Teile aus 2—4 auch mehr großen Zellen mit wenig Inhalt, welche sich durch secundäre Teilungen später vermehren können. Über dem Podium der Ligula befindet sich eine Region von angeschwollenen großen polygonalen Zellen mit dichtem körnigem Protoplasma, und an diese schließt sich dann die sich zuspitzende einschichtige Endhälfte der Ligula an, welche aus kleineren Zellen mit körnigem Schleiminhalt besteht. Zwischen der oben erwähnten Podiumscheide und dem Blattgefäßbündel liegen in strahlenförmiger Anordnung zum Blatt und Stamm eine bis mehrere Lagen großer Zellen, welche bei einigen Arten verdickte und getüpfelte Wände zeigen, bei anderen Arten kurze oft verzweigte, leiterförmig verdickte Tracheïden darstellen, so dass das Blattgefäßbündel hier verdickt erscheint. Bei *S. rupestris* und *S. oregana* (*F* in Fig. 398) sind die zwischen dem Gefäßbündel und der Scheide des Ligularpodiums liegenden strahlenförmig

angeordneten Zellen stark sklerotisch; das Gewebe der Blattbasis wächst um den freien Teil der Ligula empor, und es entsteht so eine Grube, in welche die Ligula eingesenkt ist.

Die Entwickelung der Ligula ist von Gibson genauer bei *S. selagionides* und *S. Martensii*, bei ersterer auch von Bruchmann und früher von Hegelmaier studiert worden. Dieselbe bildet sich bei den Kotyledonen von *S. selagionides* ziemlich zeitig, bei anderen Blättern später, so dass man sie erst am dritten oder vierten Blatte vom Vegetationspunkte als Wulst von 6 oder 8 Zellen Länge und 3 Zellen Breite an der Basis wahrnimmt. Aus den basalen Randzellen dieses Wulstes entsteht durch Querteilung die Scheide kubischer Zellen, welche auch noch weiteren Teilungen unterliegen und ihre Zellwände später verdicken und cuticularisieren können. Aus der nächstfolgenden Zelllage des Wulstes entsteht das gewöhnlich 3, selten 4 Zellen breite Ligularpodium. Die

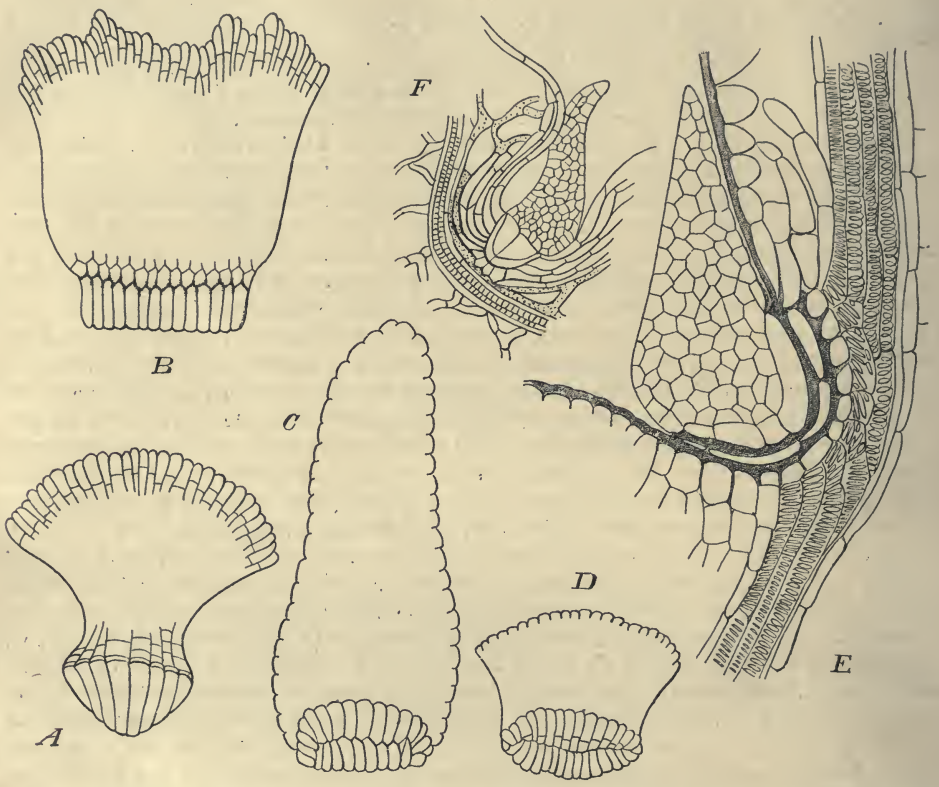


Fig. 398. Ligulae von verschiedenen *Selaginella*-Arten. *A* Ligula von *S. Martensii* Spring., befreit von den Scheidenzellen. — *B* Ligula von *S. grandis* Moore, ebenso. — *C* Ligula von *S. Vogelii* Spring., ebenso. — *D* Ligula von *S. erythropus* Spring. (wohl = *S. umbrosa* Lem.), ebenso. Vergr. aller 60/1. — *E* Medianer Längsschnitt durch eine ältere Ligula und die Blattbasis von *S. helvetica* (L.) Link. Man sieht die dickwandigen Scheidenzellen und die Verbreiterung des Blattgefäßbündels um das Glossopodium. Vergr. 350/1. — *F* Medianer Längsschnitt durch die Ligula und Blattbasis von *S. oregana* D.C. Eaton; hier sind 2 Reihen von Scheiden und Glossopodiumzellen vorhanden; die Ligula ist in eine Vertiefung der Blattbasis eingesenkt. Vergr. 150/1. (Alles nach Gibson.)

die Ligula selbst zusammensetzenden Zellen bleiben gewöhnlich klein. Lange vor der Entwickelung des Blattes ist die Ligula entwickelt.

Für *S. Martensii* hat Pfeffer die Angabe gemacht, dass die Ligula aus einer Reihe von 4—6 Zellen sich entwickelt, Gibson dagegen behauptet, dass dieselbe aus zwei Reihen von Zellen entstehe. Diese beiden Zellreihen des Ligularprimordiums teilen sich quer und sondern eine Reihe Scheitelzellen und die äußeren Zellsegmente eine Schicht großer, verhältnismäßig plasmaarmer Zellen ab. Dadurch, dass nun die Scheitelzellreihe

schnell hinter einander Segmente abscheidet, bildet sich der untere zweischichtige angeschwollene Teil und die einschichtige Spitzenpartie der Ligula aus.

Niederblätter finden sich nicht bei allen S., wenn man die Cotyledonen nicht in Betracht zieht. Dieselben sind nicht vorhanden bei den meisten auf dem Boden hin kriechenden Arten, wohl aber an den wahren Rhizomen der Grupen der S. *Lyallii* und S. *Pervillei* und an den unteren Teilen der Sprosse der aus kriechendem Grunde aufsteigenden wedelartige Sprosssysteme erzeugenden und sich durch Ausläufer fortpflanzenden Arten. Die Stellung der Niederb. ist meist normal gekreuzt, nicht selten aber auch findet sich besonders an den stielartigen unteren unverzweigten Teilen der wedelartigen Sprosssysteme eine gestörte decussierte Stellung derselben, indem die Glieder der einzelnen Paare auseinandergerückt werden. An diesen stielartigen Teilen sind auch oft Übergangsformen zu den eigentlichen Laubb. zu beobachten. Die Niederb. sind stets sitzend oft schildförmig dem Stengel angeheftet, indem ein ohrartiger unterer Teil über den Insertionspunkt verlängert ist. Über die anatomische Beschaffenheit der Niederb. ist noch wenig bekannt. Im allgemeinen dürfte sich dieselbe wohl der der Laubb. anschließen, doch ist bei denselben das Mesophyll oft sehr reduziert und nur in der Nähe des Nerven entwickelt, so dass stets beide Randpartien trichomatisch entwickelt sind. Bisweilen sind die Wände der Epidermiszellen der Niederblätter rot oder braun gefärbt.

Sporophylle und Blüten. Die Stellung der Blüten ist entweder aufrecht oder wagrecht, mitunter auch eine zwischen beiden Richtungen vermittelnde schief aufrechte oder aufsteigende, seltener hängen dieselben oder doch wenigstens der obere Teil derselben. Die Stellung der Sporophylle in den Blüten steht mit der Stellung der Blüten in gewissen Beziehungen. Dieselbe ist entweder radiär oder dorsiventral. Radiär vorzüglich bei allen aufrechten Blüten, mehr oder weniger dorsiventral bei solchen in aufsteigender oder wagrecht liegender Stellung. Was die radiäre Stellung der Sporophylle anbelangt, so ist dieselbe nur bei S. *selaginoides* und S. *deflexa* keine gekreuzte, sondern wie bei den oberen Laubb. dieser Arten vielseitig wirtelig oder compliziert alternierend. Bei allen übrigen S. stehen die Sporophylle stets gekreuzt, und zwar entweder in normaler radiärer Decussation tetrastich, wie bei den Gruppen der S. *rupestris*, *uliginosa* und *pumila* der Untergattung *Homoeophyllum*, manchen *Monostelicae* und den sämtlichen *Pleiostelicae* unter den *Pleiomacrosporangiatae* und bei den *Oligomacrosporangiatae*, oder aber in schiefer dorsiventraler Decussation, platystich, wie bei dem Rest der *Monostelicae* unter den *Pleiomacrosporangiatae*. Bei diesem letzteren findet eine Übertragung der dorsiventralen Ausbildung der Zweige auf die Blüten statt, während bei allen übrigen S. sich dieselbe nicht auf diese fortsetzt. Bei 2 Arten, welche Baker in seine Untergattung *Homostachys* vereinigt, zu denen noch S. *denticulata*, S. *patula*, S. *ericoides*, S. *integerrima*, S. *reflexa* und wahrscheinlich noch andere hinzukommen, findet die Übertragung der Dorsiventralität in normaler ungestörter Weise statt, indem sich kleinere Sporophylle entsprechend den Mittelb. oben an der Lichtseite, die größeren dem Boden zugekehrt an der Schattenseite der Blüten finden. Bei den meisten Arten, welche dorsiventral gebaute Blüten aufweisen, kehrt sich dagegen die dorsiventrale Ausbildung der Sprosse gewissermaßen um, und zwar so, dass die Sporophylle der 2 oberen dem Lichte zugekehrten Reihen die größeren, die der 2 unteren die kleineren sind, und dass der größte Stellungswinkel zwischen die beiden größeren Obersporophylle fällt, die Untersporophylle aber in derselben Weise, wie die Mittel- oder Oberb. der vegetativen Region sehr nahe zusammengeschoben erscheinen und nur einen sehr spitzen Winkel zwischen sich aufweisen. Entsprechend der Stellung der Sporophylle bei den radiären und den dorsiventral ausgebildeten Blüten ist auch die Beschaffenheit derselben verschieden. Bei radiärer Stellung sind die Sporophylle isomorph, doch kommen Größenunterschiede auch bei diesen vor, so sind z. B. die das einzige Makrosporangium in den Ähren der *Oligomacrosporangiatae* tragenden Sporophylle stets viel größer als alle übrigen entweder sterilen oder Mikrosporangien tragenden. Auffallender sind die Größenunterschiede der Sporophylle der dorsiventral gebauten Blüten besonders bei den umgekehrt dorsiventralen.

Zugleich sind die Sporophylle dieser stets anisomorph. Die dem Lichte zugekehrten also an der Oberseite der wagerecht gestellten Blüten befindlichen sind nicht nur größer, sondern bei typischer Ausbildung ganz anders gestaltet, als die der Unterseite. Dieselben sind dann stark ungleichseitig, die nach unten gekehrte Seite der Blattspreite ist bedeutend kleiner, meist chlorophyllarm und erscheint nur als ein Anhangsgebilde der oberen chlorophyllreichen, welche in einen am Rücken des Sporophylls befindlichen Flügel oder Kiel verbreitert erscheint. Auch dieser Rückenkiel ist stets chlorophyllreich. Es haben also die Sporophylle der Lichtseite noch die Funktion, als Assimilationsorgane zu dienen. Dass sie außerdem den Zweck haben, als Schutzorgane für die Sporangien gegen die Einwirkung sowohl von Wasser wie von Licht zu dienen, kann mit Sicherheit angenommen werden. Die Untersporophylle dagegen zeichnen sich bei den umgekehrt dorsiventralen Blüten durch Gleichseitigkeit aus, besitzen entweder einen viel kleineren oder meist gar keinen Rückenkiel und enthalten meist wenig Chlorophyll.

Nicht selten besitzen die Sporophylle ein kleines Stielchen. Bei den gleichseitig ausgebildeten ist die Spreite meist eiförmig mehr oder weniger dreieckig und mehr oder weniger kahnförmig. An der Basis des Rückens finden sich oft nach unten vorgezogene, mehr oder weniger chlorophyllführende, bisweilen etwas verdickte Öhrchen, welche mit der kapuzenförmig ausgehöhlten Basis des Rückens eine Art schützenden Behälter für die Sporangien der direkt darunter stehenden älteren Sporophyllgeneration bilden. Sind diese Öhrchen verwachsen, so erscheint das Sporophyll schildförmig angewachsen. Dies ist z. B. bei *S. microclada* der Fall.

Bei manchen S. finden sich an der Basis der Blüten sterile Sporophylle, so bei den *Oligomacrosporangiatae*, wo anscheinend Makrosporangien völlig fehlen. Hier hüllen diese sterilen Sporophylle die Basis der Blüte dicht ein und bilden eine Art Hüllkelch um dieselbe, ohne jedoch sich in Bezug auf Gestalt auszuzeichnen. Dieselben sind, wie bereits oben bemerkt, meist kleiner, als das auf dieselben folgende erste fertile Sporophyll, welches meist allein ein Makrosporangium trägt und sich vor den zahlreichen Mikrosporangien tragenden ebenfalls durch Größe kenntlich macht. Bei *S. helvetica* finden sich sterile Sporophylle in bedeutender Anzahl und nicht dicht gedrängt an dem unteren basalen Teil der langen Blüten, welcher gewissermaßen einen Stiel bildet. Bei dieser fehlen sicherlich auch Makrosporangien. Anormalerweise kommen auch sonst sterile Sporophylle vor, sowohl an der Basis der Blüten, wie auch besonders an der Spitze derselben. In letzterem Falle scheinen meist Mikrosporangien zu fehlen.

Einen morphologisch höchst interessanten Aufbau der Blüten besitzt die zu der Gruppe der *S. rupestris* gehörende *S. Drègei*. Bei dieser sind die niemals aufrecht stehenden, sondern stets geneigten oder doch wagerecht gestellten Blüten gewissermaßen nur zur Hälfte vorhanden. Es finden sich an der unteren dem Boden zugekehrten Schattenseite derselben 2 Reihen von Sporophyllen, von denen die morphologisch unteren an der Basis stehenden Makrosporangien führen, die anderen Mikrosporangien, an der dem Lichte zugekehrten Seite sind dagegen keine Sporophylle vorhanden, sondern richtige Laubb., wie solche die vegetativen Sprosse führen. Das merkwürdigste aber dabei ist, dass diese Laubb. an der oberen Seite der Ähre die komplizierten Spiralstellungen, welche sich an den vegetativen Sprossen finden, anscheinend fortsetzen, aber von den beiden Reihen von Sporophyllen unterbrochen erscheinen, ohne in einem bestimmten Stellungsverhältnis zu diesen zu stehen. Hier würde eine entwickelungsgeschichtliche Untersuchung gewiss interessante morphologische Thatsachen ergeben.

Bisweilen kommen Durchwachsungen der Blüten vor. Bruchmann und Goebel haben Mitteilungen über sehr merkwürdige Durchwachsungen bei *S. Lyallii* gemacht. Hier mag noch erwähnt sein, dass ich Blütendurchwachsungen an Herbarmaterial bei *S. uliginosa*, *neocaledonica*, *firmula*, *albomarginata* und *brasiliensis* feststellte. Bei *S. pilifera* und *S. Rabenavii* beobachtete ich Doppelblüten. Der durchwachsende Spross hatte bei diesen nach Bildung weniger Laubb. sogleich eine zweite Blüte über der ersten entwickelt. Zu den Durchwachsungen gehören auch die bei *S. bulbifera* auch am Ende der Blüten vorkommenden Bulbillenbildungen.

Auch Verzweigung der Blüten findet sich abnormerweise bei vielen Arten; besonders zahlreich fand ich solche bei *S. denticulata*, *S. Guichenotii* und *S. Mendonçae*, bei welcher letzteren sogar wiederholt verzweigte Ähren vorkommen.

Sporangien. Die Entwickelung der Sporangien von *S.* ist ziemlich schwierig zu verfolgen. Strasburger, Hegelmaier, Goebel und Bower haben sich Mühe gegeben, dieselbe zu erforschen. Was den genetischen Ort anbelangt, an welchem das Sporangium entsteht, so liegt derselbe entweder dicht an der Sporophyllachsel oder etwas höher oben am Scheitel. Ersteres ist z. B. bei *S. selaginoides* und *S. rupestris* und verwandten der Fall. Nach Hegelmaier und Strasburger erscheint bei *S. selaginoides* die erste Anlage nur als eine Art Anhang des Primordiums des Sporophylls. Hegelmaier hielt daher das Sporangium für einen Teil des zugehörigen Sporophylls. Die meisten Arten zeigen jedoch die Sporangienentwickelung deutlich in einiger Entfernung von der Sporophyllachsel, so dass man glauben könnte, dass das Sporangium aus dem Gewebe der Achse und nicht aus dem des Blattes entsteht, welche Ansicht von Goebel und Bower geteilt wird. Immerhin dürfte es wohl richtig sein, auch in dem Falle, dass das Sporangium aus der Achse zu entstehen scheint, dasselbe als dem Sporophyll zugehörig zu betrachten und anzunehmen, dass bei dem stärkeren Längenwachstum der Sprossachse die Basis des Sporophylls in der Art mitgewachsen ist, dass die ganze Oberfläche der Sprossachse mit Blattsubstanz überzogen ist. Diese Ansicht scheint um so mehr gerechtfertigt, als es bei vielen, auch solchen Arten, bei welchen die erste Anlage der Sporangien an der Stammachse hinaufgerückt ist, vorkommt, dass bei weiterer Entwickelung diese auf die Blattbasis herabrückt.

Wie bei allen eusporangiaten *Pteridophytae* entstehen auch die Sporangien der *S.*, gleich ob sie Makro- oder Mikrosporangien sind, nicht wie bei den leptosporangiaten *Pteridophytae* aus einer einzelnen Epidermiszelle und sind also ihrer morphologischen Natur nach keine Trichome, sondern sie werden in einer äußeren Zelllage angelegt, wenn Sporophyll und Vegetationspunkt sich noch in völlig meristematischem Zustande befinden, also ein Dermatogen noch gar nicht differenziert ist. Die Entwickelung ist ähnlich der der Sporangien von *Lycopodium*, besonders ähnelt sie nach Bower der bei *L. inundatum* nach Goebel der bei *L. Selago*. Letzterer schildert dieselbe folgenderweise: Es wächst (wie bei *Lycopodium*) eine mittlere Zellreihe stärker als die peripherischen. Schon mit der ersten periklinen Wand ist der Inhalt des Sporangiums von der Sporangienwand abgegrenzt, während in den seitlichen Zellreihen sehr häufig noch antikline Spaltung erfolgt; das äußere Stück kommt mit zur Wandung, das innere wird durch eine Perikline geteilt in ein oberes, gleichfalls zur Wandbildung dienendes, und ein unteres Stück, das zum Innencomplex des Sporangiums gehört und zur Bildung der Zellreihen dient, von welcher die axile Reihe umgeben ist. Die Endzelle derselben ist das Archespor. Ein axiler Längsschnitt zeigt die axile Reihe umgeben von zwei peripherischen. Diese letzteren sind schwächer gewachsen, und ihre Querwände haben dem entsprechend eine Verschiebung erfahren und setzen sich nicht mehr rechtwinkelig an die Längswände an. Das Archespor giebt nun nach außen Zellen ab, die sich radial ordnen und zur sogenannten Tapete werden, nur nach innen nach dem Stiel zu wird die Tapete von den angrenzenden Zellen gebildet. Auf einem älteren Stadium ist das Archespor vierzellig, umgeben von den Tapetenzellen. Die Tapetenzellbildung erfolgt mithin ganz wie die gleiche Schicht in den Antheren der Siphonogamen.

Dieser Schilderung Goebel's, die Entwickelung der Sporangien betreffend, stimmt Bower zwar im allgemeinen zu, doch bezweifelt er, dass mit der ersten periklinen Teilung im Primordium bereits der Inhalt von der Wand definitiv getrennt sei; auch ist es ihm nicht möglich gewesen, das Archespor auf eine einzige Zelle zurückzuführen und die von Goebel bezüglich der Bildung der Tapetenwand gegebenen Einzelangaben durchaus zu bestätigen. Nach ihm markieren sich in einem bestimmten Stadium im Inneren der jungen Anlage etwa 3—4 Zellreihen, auf welche das Archespor vorzüglich zurückführbar ist, doch wird durch die erste perikline Teilung in diesen Zellreihen das Archespor noch nicht definitiv bestimmt, und es erfolgen noch weitere. Die Tapete bildet sich aus der äußersten Schicht dieser centralen Masse.

Die Wand des Sporangiums wird bald in zwei verschiedene Lagen geteilt, deren innere sich ihrerseits bei einigen Arten verdoppeln kann, so dass die Wand entweder

zwei- oder dreischichtig wird. Die Tapetenzelllage wird später resorbiert und nimmt an der Sporenbildung direkt keinen Anteil.

Die Sporangien der *S.* sind im reifen Zustande, wie die der *Lycopodiaceae* ein tangential zum Stamm gestreckter, einfächeriger Sack, der meist einem kurzen Stielchen aufsitzt. Die Form der Mikrosporangien ist bald länglich eirund, bald verkehrt-eirund, bald zusammengedrückt nierenförmig. Die der Makrosporangien ist stets ziemlich nierenförmig, wird aber durch die heranwachsenden Makrosporen höckerig ausgebuchtet.

Über den anatomischen Bau der Sporangien und das durch diesen bedingte Ausschleudern der Sporen hat Goebel kürzlich*) wichtige Mitteilungen gemacht, die sich

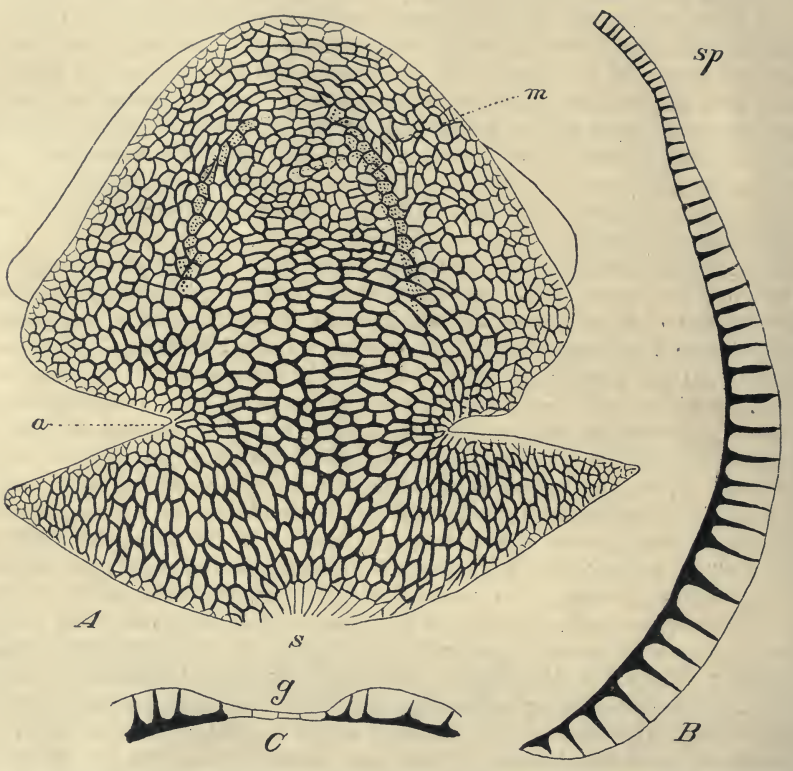


Fig. 399. *A* Flächenansicht eines geöffneten entleerten Makrosporangiums von *S. umbrosa* (= *S erythropus* p. p.), *m* Stelle, wo eine der beiden oberen Makrosporen lag; *a* untere Klappenrissstelle; *s* Ansatzstelle; die Randzellen der Klappe und des unteren kahnförmigen Teiles des Sporangiums, sowie die Basis des Sporangiums sind nicht gezeichnet, sie sind wegen der nach oben convexen Wölbung in der Flächenansicht eines ganzen Sporangiums nicht gut sichtbar. Vielfach vergrößert. — *B* Längsschnitt durch die Sporangienwand (die zweite Zellschicht der Wand nicht gezeichnet); bei *sp* die Ausbuchtung für die obere Makrospore. Vielfach vergrößert. — *C S. chrysocaulos* Querschnitt durch die Gelenkstelle (*g*) und die angrenzende Sporangienwand (die zweite Zellschicht der Wand ist weggelassen). Vielfach vergrößert. (Alles nach Goebel.)

zwar fast nur auf eine Art (*S. erythropus*, worunter wohl die unten als *S. umbrosa* aufgeführte Art gemeint ist) beziehen, aber wohl allgemeine Geltung haben dürften.

Die Wand beider Arten von Sporangien besteht, wie bereits oben erwähnt, aus zwei, seltener in dem Fall, dass die innere sich verdoppelt, aus drei Zellschichten, zu welchem sich noch die größtenteils von den Inhaltszellen des jungen Sporangiums abstammende Tapetenschicht gesellt. Die letztere zeigt Zellen, welche verhältnismäßig dünne Zellwände und reichen Plasmainhalt aufweisen, und ist im reifen Zustande des

*) K. Goebel, Archegoniatenstudien IX. Sporangien, Sporenverbreitung und Blütenbildung bei Selaginella (Flora 88. Bd. 1901).

Sporangiums stets resorbiert. Die innere oder, wenn diese verdoppelt ist, die beiden inneren Schichten der eigentlichen Sporangienwand bieten wenig Besonderes, bestehen aus gleichartigen dünnwandigen, mehr oder weniger langgestreckten Zellen und sind nicht aktiv bei der Öffnung des Sporangiums und dem Ausschleudern der Sporen. Dagegen bietet die äußere Wand Eigentümlichkeiten, welche bei diesen Vorgängen in Betracht kommen.

Das Makrosporangium öffnet sich regelmäßig in zwei Klappen, die aber nicht bis zum Stiele reichen, es bleibt ein unterer schüsselförmiger Teil stehen. An der Basis jeder Klappe befindet sich jederseits eine quer zur Öffnungsspalte verlaufende Rissstelle. Diese Rissstellen bedingen zusammen mit der Zellanordnung der Klappen eine Art Gelenkbildung. Die Klappen biegen sich auseinander, so dass von der unteren (äußeren) das Sporophyll herabgedrückt wird. Bei einem normal ausgereiften Sporangium erfolgt diese Klappenbewegung beim Austrocknen sehr plötzlich und mit großer Kraft, so dass die Makrosporangien weggeschleudert werden. Der Sitz dieser Schleuderbewegung liegt hauptsächlich in dem unteren stehen bleibenden, schüsselförmigen Teile des Sporangiums, welcher bei der Austrocknung schmäler und länger wird. Letzteres ist dadurch ermöglicht, dass sich in diesem unteren Teile ebenfalls ein Gelenk findet. Dieses besteht in einem jederseits von den sekundären Querrissen nach der Anheftungsstelle des Sporangiums zu verlaufenden Streifen, welcher aus dünnwandigen, nicht verholzten, verhältnismäßig niedrigen Zellen besteht, und der beim ungeöffneten Sporangium etwas concav nach innen gebogen ist, aber, wenn die Sporangiumwände sich nähern, nach außen gestülpt wird, wodurch der Längsdurchmesser des Sporangiums vergrößert wird. Da die Annäherung der beiden Convexseiten des Sporangiums plötzlich erfolgt, so werden die Makrosporen fortgeschleudert, etwa wie ein zwischen Daumen und Zeigfinger der Hand gepresster Kirschkern durch Druck fortgeschleudert wird. Bei den Mikrosporangien erfolgt das Aufspringen im wesentlichen ebenso wie bei den Makrosporangien, doch wird hier das Sporophyll nicht so stark durch die sich öffnenden Klappen heruntergedrückt.

Die Zellen der äußeren Schicht der Wand des Makrosporangiums führen zur Zeit der Öffnung noch Chlorophyll, sind also nicht tot, doch sterben sie beim Austrocknen ab und enthalten dann Luftblasen. Im unteren schüsselförmigen Teile des Sporangiums sind die Wände der Wandzellen der äußeren Schicht stark verdickt. Diese Zellen sind die aktiven bei der Ausschleuderung der Makrosporen. An der Biegungsstelle der Klappe sind die aktiven Zellen in der Querrichtung angeordnet, im unteren Teile des Sporangiums dagegen sind dieselben im allgemeinen in von der Anheftungsstelle des Sporangiums und dem Gelenk ausstrahlende Längsreihen angeordnet. Zugleich sind die Zellen im oberen Teile des Sporangiums kleiner und niedriger als im mittleren, ebenso nehmen sie nach unten zu an Größe ab. Die von der Anheftungsstelle des Sporangiums nach den Seiten verlaufende bereits erwähnte Gelenkstelle besteht aus zartwandigen, in der Längsrichtung in mehreren Reihen neben einander verlaufenden dünnwandigen Zellen, die sich von den verdickten aktiven auch dadurch unterscheiden, dass sie viel niedriger sind, und alle ihre Wände nicht oder nur wenig verholzt sind. Bei den aktiven Zellen sind die dünnen Außenwände ebenfalls nicht verholzt. Diese verkürzen sich oder biegen sich ein; die Innenwände dagegen sind verdickt und verholzt und werden beim Austrocknen der Zellen nach außen concav gebogen, resp. gespannt, bis sie elastisch losschnellen und die Geradestreckung der Sporangienwand bewirken. Die äußere Wand der Klappen ist in ihrem unteren Teile ähnlich beschaffen, wie die des schüsselförmigen unteren Teiles, und die hier befindlichen aktiven Zellen unterstützen die gleichartigen des schüsselförmigen Teiles bei der Öffnungsbewegung, die weiter nach oben gelegenen werden niedriger und kleiner, und an den zu oberst gelegenen sind nur die Seitenwände etwas verdickt. Die hier befindliche Öffnungslinie des Sporangiums ist als seichte Furche in der Oberansicht auch vor der Öffnung erkennbar. Ein durch diese Furche geführter Querschnitt zeigt, dass sich an der Öffnungsstelle zwei Zellen befinden, die an der einander zugekehrten Seite niedriger sind (vergl. *g* Fig. 399 *C*). Die sie verbindende Zellmembran wird beim Öffnen gespalten, was durch ihre Beschaffenheit erleichtert wird.

Nach diesen Angaben Goebel's haben wohl die Makrosporangien der S. den kompliziertesten Bau aller Pteridophytensporangien, was mit dem nur bei S. vorkommenden Ausschleudern der Makrosporen zusammenhängt.

Die Mikrosporangien sind einfacher gebaut. Ein eigentliches Gelenk ist in der äußeren Wand des unteren hier meist mehr kahnförmigen Teiles nicht vorhanden, nur sind die Zellen an der dem Gelenk der Makrosporangien entsprechenden Stelle in Längsreihen geordnet und niedriger, als die gegen die Mitte der Klappe zu liegenden; ihre

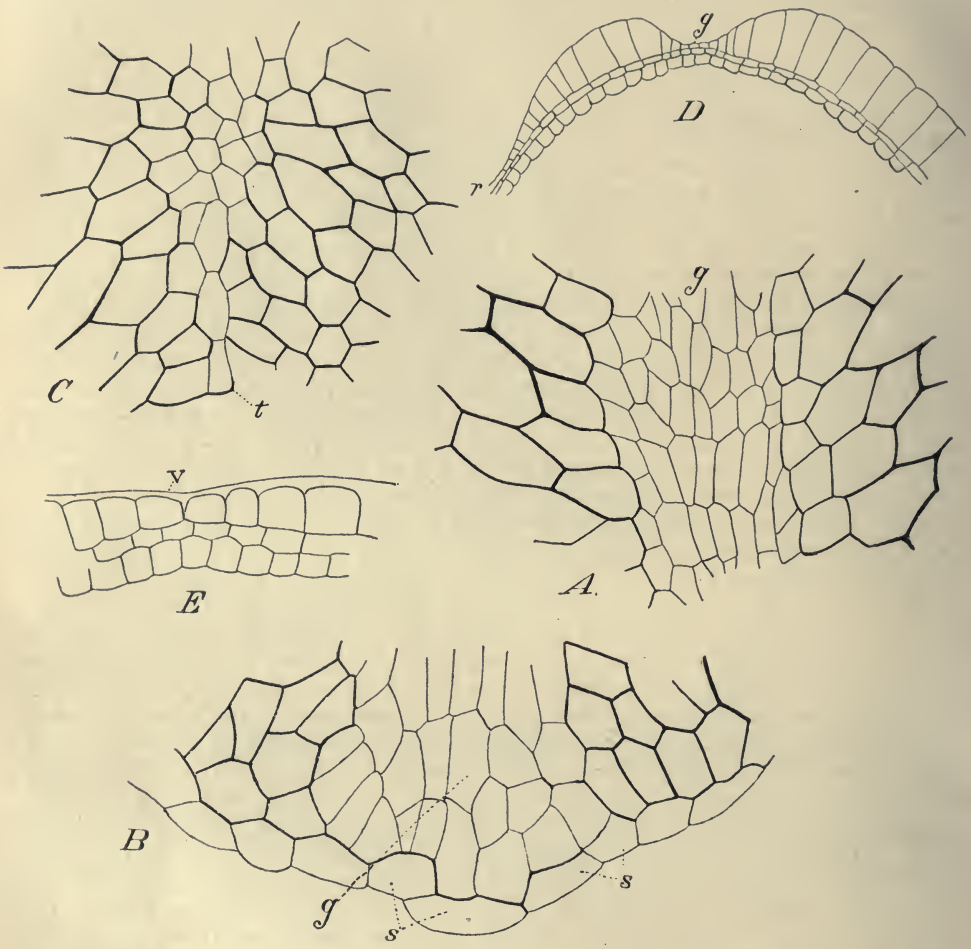


Fig. 400. *A S. erythropus*, Außenansicht eines Stückes der Sporangienwand an der Gelenkstelle (*g*). Die aktiven Zellen haben viel stärker verdickte Wände und andere Anordnung als die Gelenkzellen. — *B S. chrysocaulos*, Flächenansicht des Randstückes des unteren stehenbleibenden Sporangiumteiles an der Gelenkstelle (*g*), *s* Saumzellen. — *C* Dieselbe, Stück der Sporangienwand an der unteren Klapprissstelle in Flächenansicht. Bei *t* findet die Trennung statt. — *D S. selaginoides*, Stück eines Querschnittes durch die Wand eines halbreifen Makrosporangiums; *g* Gelenkstelle; *r* untere Rissstelle für die Klappenbasis. — *E S. Preissiana*, Stück eines Längsschnittes (quer zur Aufsprungslinie) eines jungen Sporangiums; *v* Öffnungsstelle. Alles stark vergrößert. (Nach Goebel.)

Innenwand bleibt namentlich im mittleren Teile dünn. Ebenso sind die Zellen am Rande der Klappen dünnwandig und niedrig und in mehrere dem Klappenrande, resp. der Öffnungslinie parallel verlaufende Reihen, deren Verlauf die Längsachse der einzelnen Zellen entspricht, angeordnet und gehen allmählich in die aktiven der Klappen über.

Auch dieser weniger complizierte Bau der Mikrosporangien genügt, um einen Bewegungsmechanismus darzustellen, durch welchen die Mikrosporenmasse fortgeschleudert wird.

Eine Übersicht über die Verteilung der Makro- und Mikrosporangien in den Blüten der S. ist bisher nicht gegeben worden. Meine Untersuchungen darüber haben mich zur Feststellung der folgenden Regeln über die Verteilung geführt: 1) Aufrechte radiär gebaute Blüten besitzen meist an der Basis, bisweilen auch in der ganzen unteren Hälfte, selten darüber hinaus Sporophylle mit Makrosporangien, in dem übrigen oberen Teile solche mit Mikrosporangien; 2) wagerecht liegende Blüten, gleichgültig ob dieselben radiär (tetrastich) oder dorsiventral (platystich) aufgebaut sind, zeigen die Makrosporangien meist in den beiden dem Boden zugeneigten und die Mikrosporangien in den beiden dem einfallenden Lichte zugekehrten Sporophyllreihen; 3) hängende oder lange Blüten, mit nach unten umgebogenen Spitzen zeigen nicht selten an der Spitze Makrosporangien.

Man kann diese Thatsachen wohl aus der Wirkung der Schwerkraft erklären, da ja die Makrosporen stets schwerer sind als die viel kleineren Mikrosporen, doch auch wohl als Anpassungserscheinungen zum Zweck der bequemeren Ausschleuderung der Sporen deuten. Die drei Verteilungstypen kommen darin überein, dass sich stets die Makrosporangien unten also dem Boden näher, die Mikrosporangien oben dem Lichte zugekehrt über denselben befinden.

Selbstverständlich sind zwischen den erwähnten Verteilungstypen Übergänge vorhanden. *S. montanensis*, *Bolanderi*, *Sellowii*, *microphylla*, *producta*, *Pringlei* und andere bieten Beispiele von tetrastachyschen Arten, *S. Kurzii* ein solches einer platystachyschen Art. Bei den genannten finden sich Blüten, welche eine schief aufsteigende Stellung im Leben einnehmen, meist die Makrosporangien in einigen dem Boden zugeneigten Sporophyllen an der Basis zeigen und in den übrigen morphologisch höher befindlichen der Schattenseite wie auch an der ganzen Lichtseite Mikrosporangien aufweisen.

Das meist einzige Makrosporangium der Oligomakrosporangiaten scheint sich bei Blüten in etwas geneigter Stellung stets an der Schattenseite zu befinden. *S. laevigata* (= *S. pectinata*) kommt in zwei Formen vor, die eine besitzt kurze, kaum 1 cm lange Blüten und zeigt bis 10 Makrosporangien in der unteren Hälfte derselben; die andere hat meist bis 3 cm lange Blüten, welche 1—3 Makrosporangien an der Basis und nicht selten noch 1—2 Makrosporangien gegen die Mitte und an der Spitze aufweisen. An manchen Pflanzenindividuen von *S. Willdenowii* finden sich verhältnismäßig kurze, nur bis etwa 3 mm lange, an anderen derselben Art dagegen längere, bis $1^1/_2$ cm lange Blüten. Erstere stehen aufrecht oder sind doch nur wenig geneigt und besitzen meist nur in einem oder in zweien der unteren Sporophylle je ein Makrosporangium. Bei den längeren Blüten finden sich auch meist nur ein oder zwei Makrosporangien an der Basis, außerdem aber in der Achsel eines Sporophylls an der Spitze, seltener auch noch in einem solchen in der Mitte der Blüte je ein weiteres Makrosporangium. Auch kommt es vor, dass nur an der Spitze ein, bisweilen auch zwei Makrosporangien vorhanden sind. Die Blüten, welche an der Basis und an der Spitze, resp. auch in der Mitte Makrosporangien tragen, sind meist deutlich umgeknickt und wenigstens von der Mitte an herabgebogen; die Blüten, welche nur an der Spitze Makrosporangien zeigen, waren anscheinend völlig hängend oder müssen sich doch wohl in hängender Stellung entwickelt haben. Bei *S. leptostachya* finden sich die Makrosporangien, wenn überhaupt solche vorhanden sind, in den Achseln von Sporophyllen der Bauchseite an der Spitze der bis $2^1/_2$ cm langen Ähren.

Gleichmäßig dorsiventral verteilte Mikro- und Makrosporangien besitzen regelmäßig die Arten mit platystichen Blüten. Die Arten mit tetrastichen Blüten dagegen zeigen meist den ersten Typus, also die Makrosporangien allseitig in den basalen Sporophyllen.

Doch kommen Ausnahmen vor. Sogar die verhältnismäßig monoton aufgebaute Gruppe der *S. rupestres* zeigt solche. Oben sind bereits die derselben zugehörenden Arten *S. montanensis*, *Bolanderi* und *Sellowii* genannt, bei welchen eine dorsiventrale Verteilung wenigstens an der Basis der Ähren vorhanden ist, eine vollständig dorsiventrale Verteilung scheinen aber nur *S. Wallacei* und *S. tortipila* zu zeigen. Bei *S. Arechavaletae* ist normalerweise nur ein einziges Makrosporangium an der Basis der Schattenseite der Ähre vorhanden. Von anderen Gruppen angehörenden Arten, welche tetrastiche Blüten besitzen, dabei aber dorsiventrale Verteilung der Mikro- und Makrosporangien zeigen, nennen wir hier noch: *S. sanguinolenta*, *pilifera*, *lepidophylla*, *inaequalifolia*.

Bisweilen fehlen die Makrosporangien oder auch die Mikrosporangien ganz.

Besonders auffallend ist das constante Fehlen der Mikrosporangien bei allen von mir bisher gesehenen Individuen der Art, auf welche ich mit Underwood den Namen *S. rupestris* beschränke.

Diese Art, welche in den nordöstlichen Vereinigten Staaten und im südöstlichen Canada vorkommt, bildet zugleich gewöhnlich nur 1 bis 2 reife Makrosporen in jedem Sporangium aus, die von außergewöhnlicher Größe sind. Die übrigen 3 oder 2 bleiben klein und unreif. Es ist kaum anzunehmen, dass diese größeren Makrosporen zwecklos sind, und dass sich die Art nur vegetativ vermehrt. Es scheint mir daher wahrscheinlich, dass die Makrosporen Prothallien entwickeln, welche entweder parthenogenetisch Embryonen in ihren Archegonien entwickeln oder solche, die direkt durch Sprossung, also apogam, junge Pflanzen erzeugen. Die Annahme, dass etwa die betreffenden Makrosporen außer Archegonien auch Antheridien hervorbringen könnten, scheint mir jedoch ausgeschlossen. Es dürfte die genaue Untersuchung derartiger Vorkommnisse interessante Resultate bringen.

Fast constant fehlen die Mikrosporangien auch in den Blüten von *S. brasiliensis*. Die dorsalen Sporophylle, in denen dieselben stehen sollten, sind entweder steril, oder es befinden sich in ihren Achseln wie in den ventralen Makrosporangien. Die selten gefundenen Mikrosporangien und ihre Mikrosporen machen stets den Eindruck der Unreifheit und Verkümmerung; die Makrosporen finden sich stets zu vier in den Makrosporangien. Ebenso wie *S. rupestris* verhält sich vielleicht *S. Grabowskyi*, doch sind von dieser bisher zu wenig Exemplare untersucht worden, so dass möglicherweise auch noch Mikrosporangien führende Individuen vorkommen. Letzteres ist bei der nahe verwandten *S. atroviridis* der Fall, bei der außerdem auch zugleich beide Sporangienarten führende Individuen vorhanden sind. Bei *S. substipitata* fand ich auch Individuen, welche nur Makrosporangien tragende Blüten besaßen, jedoch waren die dem Lichte zugekehrten Sporophylle der wagerecht stehenden Blüten dieser Art steril, und nur in den unteren dem Boden zugekehrten Sporophyllen befanden sich Makrosporangien. Andere Individuen derselben Art zeigten entweder nur Mikrosporangien und diese dann in allen Sporophyllen oder aber wenigstens 1 Makrosporangium in einem der morphologisch untersten, dem Boden zugekehrten Sporophylle, noch andere besaßen zahlreiche Makrosporangien in den nach unten und Mikrosporangien in den nach oben gerichteten Sporophyllen, zeigten also den normalen Zustand.

Abnormerweise nur Makro- oder nur Mikrosporangien führende einzelne Blüten kommen bei vielen Arten aus den verschiedenen Gruppen vor.

Noch muss ich hier erwähnen, dass bei *S. Karsteniana*, der mit dieser nahe verwandten *S. subsegregata*, ferner bei *S. reflexa* und *S. ericoides*, welche letztere beide zu den wenigen Arten gehören, welche an der Schattenseite der Blüten größere und an der Lichtseite kleinere Sporophylle aufweisen, nicht selten bereits in einem oder einigen der unter den Blüten stehenden Mittelb., welche den Sporophyllen sehr ähnlich sind, Mikrosporangien auftreten, während die zu diesen Mittelb. zugehörenden Wirtelglieder noch durchaus als Seitenb. ausgebildet und also steril sind. Die Makrosporangien finden sich bei den genannten Arten in den Achseln von wenigen an der Schattenseite befindlichen wahren Sporophyllen an der Spitze der Blüten. Über eine merkwürdige Varietät der *S. denticulata*, bei welcher die Sporophylle durch Seitenb. und Mittelb. ersetzt sind, vergleiche unten im systematischen Teil.

Sporen. Die Sporen sind bereits oben, soweit es zum Verständnis der sich ganz in denselben vollziehenden Prothalliumentwickelung notwendig war, betrachtet worden. Hier sind jedoch noch einige Angaben über dieselben nachgetragen, auf die dort verzichtet werden konnte.

Entwickelung der Sporen. Makro- und Mikrosporangien entwickeln zuerst ihren Inhalt das sporogene Gewebe durchaus übereinstimmend, wie wir oben gesehen haben. Erst nachdem dieses völlig ausgebildet, treten Abweichungen in der Weiterentwickelung ein. In den Makrosporangien wird nur in einer einzigen, der späteren Mutterzelle, der Inhalt vermehrt, und zwar auf Kosten der übrigen Zellen, in denen bei ihrer weiteren Vergrößerung große Vacuolen entstehen, wobei das Plasma und die Kerne wandständig werden. Die sterilen Mutterzellen runden sich bei dem fortdauernden Wachstum der Sporangienwand ab und trennen sich von den Tapetenzellen, sowie voneinander. Die fertile Mutterzelle nimmt Kugelgestalt an. Campbell und Bower haben angegeben, dass die sterilen Mutterzellen sich in Tetraden teilen. Dies ist jedoch nach Fitting nicht der Fall. In der Makrosporenmutterzelle selbst dagegen, welche mit feinkörnigem, stark

lichtbrechendem Plasma dicht erfüllt ist, in dem ein verhältnismäßig kleiner, mit großem, glänzendem Nucleus versehener Kern mehr oder weniger central liegt, erfolgt die tetraëdrische Teilung. Das Plasma der Spezialmutterzellen umgiebt sich sofort rings mit eigener Membran, die anfangs meist so dünn bleibt, dass die Sporen auch nach Anlage der Sporenhäute sich fast zu berühren scheinen und später zum Perispor umgewandelt wird. In den Mutterzellen beginnt nach Ausbildung der Spezialmutterzellmembranen, die stets ganz glatte Innencontour behalten, die Anlage der Sporenhäute. Zuerst wird das Exospor gebildet als anfangs dünnes Häutchen, welches das Licht stärker bricht, wie die Spezialwand und sich an diese fest anschmiegt, wie bereits Hoffmeister und neuerdings Fitting festgestellt haben. Danach ist also die Angabe Heinsens, dass das Exospor endogen allseitig von Plasma umgeben entstehe, widerlegt. Nachdem sich das Exospor etwas verdickt hat, wird das Mesospor gebildet. Dasselbe ist nach Fitting zweifellos eine Neubildung des Plasmas und entsteht nicht, wie Heinsen annahm, durch Spaltung des Exospors, da es von seiner ersten Anlage am Scheitel der Sporen die schon früher gebildeten, den Scheitelkanten entsprechenden Exosporfalten nicht völlig ausfüllt. Das Mesospor verdickt sich dann sehr schnell und erreicht bald dieselbe Dicke wie das Exospor. Die ersten Anlagen der Verzierungen der Sporenoberfläche sind mehr oder weniger zeitig zu erkennen, je nach den Arten, bei *S. Galeottei* erst wenn die Abhebung der Sporenhäute bereits stattgefunden hat. Bald nach der Anlage beginnt sowohl im Exospor wie im Mesospor die Einlagerung inkrustierender Substanzen. Beide Membranen heben sich bei der Weiterentwickelung voneinander und vom Plasmakörper ab, indem erhebliches Flächenwachstum bei ihnen eintritt, nur bei *S. selaginoides* tritt keine Loslösung der Häute voneinander ein. Bisweilen bleiben Verbindungsbalken zwischen den Häuten stehen, so besonders bei *S. Galeottei*, bei welcher sich auch vorher keine scharfe Grenzfläche zwischen den Sporenmembranen findet, und die Trennungsflächen zunächst ganz unregelmäßig begrenzt erscheinen, als ob Exo- und Mesospor voneinander losgerissen worden seien. Mit dem Flächenwachstum der Sporenhäute erfolgt auch eine erhebliche Vergrößerung der Spore selbst. Bei *S. selaginoides* wird während des Wachstums der Häute am Basalpol der Spore ein großer Tüpfel ausgebildet, der jedoch vor der Sporenreife verschwindet. Der von keiner besonderen Membran umgebene Plasmakörper rundet sich während der Abhebung der Häute zur Kugel ab und bleibt an irgend einer Stelle mit der Wand in Berührung, dann wird das Plasma schaumig, und schließlich erscheint in demselben eine große Vacuole, die bald nur von einem dünnen Plasmahäutchen umschlossen wird, in dem an irgend einer Stelle der sehr kleine Zellkern liegt. Die Zwischenräume zwischen den Häuten und zwischen dem Mesospor und dem Plasma sind an lebenden Sporen ganz hyalin, doch treten bei fixiertem Material Gerinnungsmassen auf, welche nach Fitting vermutlich von einem Kohlehydrat herrühren. Derartiges Gerinnsel tritt bei fixiertem Material auch im Sporangiumhohlraum außerhalb der Spezialmutterzellmembranen auf. Fitting nimmt an, dass diese Massen von den Tapetenzellen secerniert werden und in der dem Hohlraum der lebenden Sporangien erfüllenden Flüssigkeit als Schleim gelöst sind.

Die Spezialmutterzellmembranen und der im Sporangiumhohlraum aufgespeicherte Schleim verschwinden bei den meisten Arten allmählich und werden vermutlich wie die Gerinnungsmassen zwischen den Sporenhäuten als Nährmaterial für diese verwendet. Die Tapetenzellen verlieren endlich ihren Inhalt und werden von den heranwachsenden Sporen vollständig zerdrückt. Das Mesospor dehnt sich so weit aus, dass es dem Exospor wieder anliegt. Der Inhalt der Sporen wird zu dieser Zeit noch von der großen Vacuole eingenommen, die von einem dünnen Plasmahäutchen umgeben ist. Kurze Zeit darauf wird vom Plasma eine neue Hautschicht ausgeschieden, das Endospor, das aus Cellulose besteht und schnell wohl durch Apposition an Dicke zunimmt. Darauf erst nimmt das Plasma der Makrosporen selbst an Masse zu, und es treten Öltröpfchen und Proteïnkörner in ihm auf. Damit ist die Reife der Makrosporen eingetreten.

Anders verläuft die Mikrosporangienentwickelung. Hier werden alle Zellen des sporogenen Gewebes mit Plasma stark angefüllt, isolieren sich bald und runden sich ab.

Dann teilen sie sich nach Goebel nach vorläufiger Andeutung einer Zweiteilung in je vier tetraëdrisch geordnete Sporen. Genauere Untersuchungen über die Bildung der Sporenhäute sind noch nicht vorhanden. Die Mutterzellmembranen werden auch hier in den meisten Fällen vermutlich als Nährmaterial für die Sporenhäute verwendet und aufgebraucht. Doch finden sich Ausnahmen, bei welchen sie erhalten bleiben und, die 4 tetraëdrisch geordnete Sporen enthaltend, bei der Sporangienreife ausgeschleudert werden. Es ist dies der Fall bei *S. lepidophylla* und einer verwandten Art *S. novolconensis*. Bei den genannten beiden Arten wird die Wand der Mutterzellen verdickt, erscheint im reifen Zustande rot gefärbt und zeigt ganz ähnlich wie viele Sporen wulst- oder runzelartige Erhöhungen auf ihrer Außenseite (siehe unten Fig. 403). Man wird nicht irren, wenn man dieses Erhaltenbleiben der Mutterzellwand der Mikrosporen bei den genannten xerophytischen Arten für eine Vorrichtung hält, welche dazu dient, die Mikrosporen gegen das Austrocknen in trockenen Zeiten zu schützen.

Die Gestalt der Makrosporen kann eine vollständige Kugel darstellen. Es ist das jedoch nur dann der Fall, wenn, was bei manchen Arten vorkommt (Beispiel: *S. leptostachya*), nur eine von den vier zur völligen Reife sich ausbildet und die anderen drei auf einem verhältnismäßig jugendlichen Entwickelungsstadium stehen bleiben. Auch in dem Falle, dass sich zwei Makrosporen gleichmäßig entwickeln, die beiden anderen aber zurückbleiben, findet sich an der Kugelgestalt am Scheitel nur eine Abflachung. Gewöhnlich jedoch ist die Kugelgestalt, entsprechend der tetraëdrischen Anordnung, in der Mutterzelle modifiziert. Es finden sich auf der sogenannten Scheitelseite drei unter Winkeln von 120^0 zusammenstoßende Scheitelkanten, die meist als mehr oder weniger hohe, bisweilen fast flügelartige Leisten vorspringen. Die Endpunkte dieser Leisten sind nicht selten durch weitere leistenartige oder wulstige Erhöhungen verbunden, die, wenn sie hoch genug sind, bisweilen eine Art Krönchen um den Scheitel herum bilden. Bei einigen Arten kommen auch am dreiseitig pyramidalen Scheitel und am entgegengesetzten Pol an der Basis abgeflachte, mehr oder weniger linsenförmige Formen der Makrosporen vor. Bei diesen sind die Scheitel- oder Kommissuralleisten meist ziemlich lang. Infolge dessen rücken etwa vorhandene Verbindungsleisten der Endpunkte der Scheitelleisten ganz oder fast an den Äquator der Spore und bilden dann einen seitlichen, bisweilen abgerundeten dicken und massiven oder auch dünnen flügelartigen, bisweilen gekräuselten oder auch kammartig ausgezackten oder höckerigen Ring um die Makrospore herum. Außer den genannten erhabenen Verzierungen finden sich auch sonst noch solche an den von diesen eingeschlossenen Flächen. Die dreieckigen, oft eine ausgebuchtete Basis zeigenden Flächen zwischen den Scheitelkanten sind nur bisweilen von verhältnismäßig niedrigen Verzierungen besetzt. Hier dürfte das feste Aneinanderliegen der 4 Sporen bei der Entwickelung die Entstehung größerer derartiger Bildungen verhindern. Dagegen finden sich an der abgerundeten, bei der Entwickelung der Mutterzellwand anliegenden Seite, die von Pfeffer als Basalseite bezeichnet worden ist, fast stets irgend welche Verzierungen. Ganz glatte Makrosporen, die nur die Scheitelkanten aufweisen, sind ziemlich selten. Diese Verzierungen treten in sehr verschiedener Form auf als kegel-, nadel-, stäbchen-, haken- oder köpfchenförmige Erhöhungen, oft als unregelmäßig runzelige, hin und her gewundene, bisweilen verzweigte und auch netzig verbundene Leisten, die bisweilen dünn und verhältnismäßig hoch, flügelartig, bisweilen aber auch niedrig und verhältnismäßg breit sind. Wenn bei der letzteren Verzierungsart, die von den Leisten eingeschlossenen Felder oder Areolen sich abrunden, so bildet sich ein Übergang zu der grubigen Verzierung der Membran.

Das hier über die Form und Verzierungen der Makrosporen Gesagte gilt fast ebenso für die Mikrosporen, doch sind bei diesen keine völlig kugelrunde Formen bisher beobachtet, wohl aber kommen solche mit zweikantigem Scheitel ausnahmsweise vor, die sich dann bilden, wenn eine der den Tetraden angehörenden Zellen vorzeitig in der Entwickelung zurückbleibt. Auch ist die Form der Mikrosporen im allgemeinen mehr an der Basis und am Scheitel abgeflacht, die Basis bisweilen mehr als der durch Kantenleisten gezierte Scheitel. In diesem Falle legen sich die Mikrosporen mit großer Konstanz auf

die Basalseite, was Pfeffer veranlasste, sie als solche zu bezeichnen. Zu erwähnen ist hier auch noch, dass der hier nicht selten auftretende äquatoriale Ring, sowie auch netzige und andere Leisten oft zu hohen dünnen, meist hyalinen Flügeln umgebildet sind, die nur an den Vereinigungs-, resp. Kreuzungspunkten etwas verstärkt sind. Diese flügelartigen Bildungen dürften den ja verhältnismäßig leichten Mikrosporen in der That als Flugapparate also als Mittel zur Aussäung und Verbreitung der Sporen dienen. In der Litteratur findet sich irgendwo die Angabe, daß die Verzierungen der Sporen den Zweck haben, Luftblasen festzuhalten, wenn diese in fließendes Regenwasser geraten, und dass dadurch die Schwimmfähigkeit der Sporen erhöht und die Verbreitung derselben also begünstigt werde. Meinen Beobachtungen nach scheint mir diese Angabe unrichtig zu sein. Ich habe stets gefunden, dass völlig ausgereifte Sporen sich sehr leicht mit Wasser benetzen und sehr bald in demselben untersinken. Dagegen können die Protuberanzen der Sporen wohl in der Weise wirken, dass sie das Rollen der Sporen im fließenden Wasser erleichtern. Auch ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Verzierungen auch noch in anderer Weise der Aussäung derselben dienen, besonders haken- oder nadel- oder auch köpfchenförmige Verzierungen, wie sich solche bei den Mikrosporen vorzüglich finden, dürften den Zweck haben, die Sporen nach Art der Kletten an vorbeikriechenden Tieren, wobei besonders Landschnecken in Betracht kommen, zu befestigen.

Ebenso verschieden wie die Verzierungen der beiderlei Art Sporen sind auch die Farben derselben. Bei den Makrosporen herrscht die weiße und schwefelgelbe Farbe vor, doch giebt es auch goldgelbe, orangefarbene, rötliche, schokoladenfarbene, hell bis dunkelbraune, ja fast schwarze Makrosporen. Die weißen haben stets ihre Farbe durch starke Verkieselung des Perispors erhalten. Durch diese werden die Sporenwände meist ganz undurchsichtig, daher das Erscheinen der bisweilen schneeweißen Farbe. Bei den nicht völlig reifen Sporen von *S. Willdenowii* und *uncinata* ist dies jedoch nicht in gleichem Maße der Fall, sondern die Sporenwände bleiben bis kurz vor der Reife ziemlich durchsichtig und erscheinen, besonders die großen höckerigen Verzierungen, wenn die Sporen in Wasser liegend unter dem Mikroskop betrachtet werden, bei durchfallendem Lichte braungelblich-hyalin, bei auffallendem Lichte jedoch schön blau, dieselben irisieren also wie Edelopal. Die gelbe, braune und fast schwarze Färbung der Makrosporen gehört dem Exospor und Mesospor an. Bei nur schwacher Verkieselung des Perispors erscheinen besonders braune und schwärzliche Makrosporen wie bereift, bei etwas stärkerer entstehen Mischfarben, doch können letztere auch durch Durchscheinen durch die Membranen der Färbung des Sporeninhalts, der bisweilen gelbliches oder rötliches Öl führt, hervorgebracht werden.

Bei den Mikrosporen ist eine rein hyaline Beschaffenheit oder eine rot-hyaline Färbung der Membranen vorherrschend, doch kommen auch bräunliche oder gelbliche, orangenfarbene Mikrosporen vor. Die rote Farbe ist meist eine dem Mennigrot nahe stehende, besonders wenn die Sporen in Masse betrachtet werden, seltener ist sie mehr purpurartig oder mehr dunkelbraunrot.

Färbung und Verkieselung der Sporen dürften denselben Zweck haben, diesen als Schutz zu dienen, besonders gegen den Fraß der Schnecken, die Färbung allerdings nur als Warnungszeichen für diese. Wir haben in vorstehendem absichtlich verzichtet, Beispiele für die verschiedenen Verzierungen und Färbungen der Sporen anzuführen, und müssen in dieser Beziehung auf den systematischen Teil verweisen, in welchem der Leser zahlreiche bezügliche Beispiele aufgeführt finden wird, indem die Beschaffenheit der Sporen sich als wichtiges Hilfsmittel zur Unterscheidung der Arten oder mehr oder weniger umfangreicher Gruppen der Gattung herausgestellt hat.

Die Größe der Makrosporen schwankt zwischen 0,14 mm und 1,5 mm. Die größten finden sich bei *S. exaltata*. Im allgemeinen kann man den Grundsatz aufstellen, dass diejenigen Arten, bei welchen nur wenige Makrosporangien ausgebildet werden, größere Makrosporen besitzen, diejenigen, bei welchen verhältnismäßig viele Makrosporangien vorkommen, dagegen kleinere Makrosporen aufweisen.

Der größte Durchmesser der Mikrosporen dürfte etwa zwischen 0,03 mm und 0,085 mm schwanken.

Die Sprossverbände und die vegetative Vermehrung. Da es zu weit führen würde, alle vorkommenden Variationen des morphologischen Aufbaues der S. hier zu erörtern, so mögen hier nur einige Haupttypen desselben betrachtet werden. Am besten erforscht ist in Bezug auf denselben wohl *S. selaginoides* durch die Untersuchungen Bruchmann's. Diese Art, die, wie oben erwähnt, einen besonderen Typus des anatomischen Baues repräsentiert, zeichnet sich auch durch besondere Eigentümlichkeiten im morphologischen Bau aus. Dieselbe besitzt ein mehr oder weniger sich aufrichtendes, sehr dünnes hypocotyles Stämmchen. Die erste Verzweigung ist, wie schon oben erwähnt, nach Bruchmann eine echt dichotomische und tritt stets senkrecht zur Cotyledonarebene auf, nachdem von der Keimpflanze außer den beiden Keimblättern noch mehrere andere B. erzeugt sind. Die beiden primären Äste verzweigen sich ebenfalls gabelig in einer zur ersten Gabelung senkrechten Ebene, und in diese fallen von da an auch alle übrigen Auszweigungen der Pflanze, die aber weiterhin nicht mehr rein gabelig erscheinen und so auftreten, dass jeder Zweig zwei alternierende Seitenzweige abgiebt und sich darauf zu einer Blüte entwickelt, die nach dem Ausstreuen der Sporen abstirbt. Bisweilen ist diese Verzweigungsart nicht immer ganz so regelmäßig, besonders kommt es öfters vor, dass die beiden primären Gabeläste sich nicht wieder gabeln, sondern gleich die (nach Bruchmann scheinbar) monopodiale Verzweigungsart zeigen. Immer bleibt jedoch das primäre Keimstämmchen der Pflanze für die ganze Lebensdauer erhalten, so dass man dasselbe auch noch an sehr weit verzweigten älteren Pflanzen stets nachweisen kann. Dasselbe bildet auch noch für diese ein unentbehrliches Glied, indem es durch die basale hypocotyle Anschwellung allein für die Entstehung der Wurzeln und deren Verbindung mit der Pflanze sorgt, die Zweige selbst aber sich nicht bewurzeln können (vergl. Fig. 401).

Ähnlich, wie S. *selaginoides* verhält sich *S. pumila*, die anscheinend einjährig ist. Dieselbe zeigt ein meist an der Basis unverzweigtes Stämmchen, welches außer der primären Wurzel eine Beiwurzel besitzt, in eine Blüte endet und oberhalb einige ebenfalls fertile, stets unverzweigte Zweige trägt, die rechts oder links vom Stämmchen in ein und dieselbe Ebene fallen. Nur selten finden sich mehrere mehr oder weniger gleichwertige, an der Basis in der Nähe der Cotyledonen oder doch der nächsten B. entspringende aufstrebende Äste, welche dann stets das weiter oben irgend wie vernichtete Hauptstämmchen ersetzen. Diese treiben an der Basis je 1 bis 2 Beiwurzeln aus, so dass dann die ganze Pflanze stärker bewurzelt erscheint. Die Blattstellung ist sowohl beim Hauptstämmchen, wie bei den basalen Auszweigungen in den unteren Regionen kreuzständig, geht jedoch bald in $^2/_5$-, seltener in $^3/_8$-Stellung über.

Sowohl bei *S. selaginoides*, wie bei *S. pumila* ist eine vegetative Vermehrung, wie aus dem Gesagten hervorgeht, ausgeschlossen. Diese Arten sind einzig und allein auf die Vermehrung durch Sporen angewiesen. Doch auch andere, so besonders diejenigen Arten, welche außer aus dem hypocotylen Stammgrunde nur noch aus dem untersten Stammteile vermittelst mehr oder weniger ausgebildeter Wurzelträger Wurzeln erzeugen, dürften in der Natur wesentlich auf die Vermehrung durch Sporen angewiesen sein. Ein Teil dieser Arten dürfte daher wohl einjährig sein, also im Laufe einer Vegetationsperiode das individuelle Leben beschließen, die kräftigeren Arten werden jedoch wohl nicht mehr als höchstens zweijährig sein. Eine künstliche Vermehrung dieser Arten vermittelst abgetrennter Sprossstücke dürfte jedoch nicht ausgeschlossen sein.

Die meisten kriechenden Arten, welche die am Stammgrunde entstehenden Wurzeln später durch Bildung von Wurzeln vermittelst mehr oder weniger entwickelter Wurzelträger an bestimmten Stengelknoten überall oder fast überall ersetzen, repräsentieren einen anderen Typus. Ihr Sprosssystem baut sich meist gabelig in derselben Ebene auf, so wie bei *S. selaginoides*, aber die einander folgenden Sprossgenerationen bewurzeln sich, während das ganze Sprosssystem von hinten her nach und nach abstirbt. Es ist

also bei diesen Arten eine vegetative Vermehrung durch frei werdende Sprosse vorhanden. Wenn die isolierten Tochtersprosse und deren Abkömmlinge nach den verschiedenen Richtungen auseinander wachsen, so entstehen bei diesen Arten nicht selten, wie bei gewissen *Lycopodien*, sogenannte Hexenringe.

Eine Vermehrung durch frei werdende Sprossteile zeigen in anderer Weise die meisten *Articulatae*. Es ist bereits oben darauf aufmerksam gemacht worden, dass die Gelenkbildungen unterhalb der Gabelungen der Hauptachsen dieser Arten der vegetativen Vermehrung dienen, indem die Stengel in diesen Artikulationen meist leicht zerbrechen. Starke Winde, herumstreifende Tiere, vielleicht auch mitunter das eigene Gewicht der Pflanzen dürften die Ursachen abgeben, dass diese Pflanzen bisweilen in einzelne Teile auseinander fallen. Gelangen letztere auf den feuchten Urwaldsboden, so werden sie Wurzeln erzeugen und so zu neuen Pflanzenindividuen heranwachsen. Übrigens haben einige *Articulatae*, welche Xerophytencharakter besitzen, die Eigenschaft, an den Gelenkbildungen leicht zu zerbrechen, bereits wieder verloren. Bei diesen sind diese auch meist nur noch sehr undeutlich, bisweilen gar nicht ausgebildet. Hierher gehören die Arten der Gruppe der *S. stolonifera*: *S. distorta*, *excurrens* und verwandte.

Erwähnt möge hier noch werden, dass zufällig auf den Boden gelangte Triebe der wenigen spreizklimmenden Arten, wie *S. scandens*, sich bewurzeln und so zur Vermehrung der Art beitragen können. Auch dürfte wohl bei den meisten aufrechten Arten gelegentlich dieselbe Thatsache vorkommen.

Bei vielen Arten der Gattung finden sich nun aber noch besondere Organe für die vegetative Vermehrung in Gestalt von Ausläufern oder Stolonen, welche meist aus dem liegenden, seltener aus bereits aufsteigendem Grunde der aufrechten Sprosse dieser Arten, und zwar an Stelle abwechselnd eines der beiden Wurzelträger entstehen und auf oder doch nicht tief im Boden hinkriechen und sich dann erheben, um ihrerseits in mehr oder weniger aufrechte Sprosse auszuwachsen, welche von neuem an ihrem Grunde Ausläufer erzeugen. Zu diesem Typus gehören besonders die aufrechte wedelartige Sprosssysteme bildenden Arten einiger Gruppen der *Monostelicae* und *Pleiostelicae* der *Pleiomacrosporangiatae*, sowie die Gruppen der *S. subarborescens* und *S. geniculata* der *Articulatae*, dann aber auch die kleine Gruppe der *S. flagellifera* unter den *Pleiomacrosporangiatae monostelicae*, bei welchen die Sprosssysteme weniger wedelartig ausgebildet sind. Etwas modifiziert ist dieser Typus bei *S. Emmeliana*, welche scheinbar ein bis 1 cm dickes Stämmchen besitzt, das an der Spitze die wedelartigen Verzweigungen nach Art der Palmenkronen trägt. Die Bildung dieses Scheinstämmchens beruht darauf, dass die successiv aus den Basen der wedelartigen Sprosssysteme hervortretenden Ausläufer außerordentlich kurz sind, etwas emporwachsen und sich in neue wedelartige Sprosssysteme umbilden. Dass diese nach allen Seiten ausstrahlend eine Art Rosette bilden, erklärt sich aus der Zusammendrängung derselben auf den sehr beschränkten Raum.

Bei niederliegenden kriechenden Arten ist das Vorkommen derartiger selbständiger Ausläufer oder Stolonen selten. Jedoch werden bei manchen diese dadurch ersetzt, dass gewöhnliche vegetative Laubsprosse in Ausläufer auswachsen. Hierher gehören die Arten der Gruppe der *S. stolonifera* der *Articulatae* und auch der Gruppe der *S. mongholica* der *Pleiomacrosporangiatae monostelicae*. Das Auswachsen von Sprossen in Stolonen kommt jedoch auch bei Arten mit aufsteigenden Stengeln, vorzugsweise solchen, welche auch selbständige Ausläufer tragen, nicht selten vor, besonders, wenn die betreffenden Sprossachsen durch Zufall dem Boden genähert werden. Diese Ausläufer der *S.*, mögen sie nun aus der Basis der Hauptsprosse hervorgehen oder als Verlängerungen solcher oder der Zweige entstehen, zeichnen sich meist dadurch aus, dass sie radiären Bau besitzen und meist ganz gleichartige Niederb. in normaler, mitunter aber etwas gestörter Kreuzstellung aufweisen, doch kommen auch mehr oder weniger dorsiventral gebaute Ausläufer mit mehr oder weniger deutlich differenzierten Seiten- und Mittelb. vor.

Einen weiteren Typus des morphologischen Aufbaues repräsentiert die im anatomischen Bau der Stengelorgane nur noch mit der nahe verwandten *S. laevigata* übereinstimmende *S. Lyallii*. Wie oben bereits bemerkt, ist bei diesen Arten ein selbständiges

kriechendes, verhältnismäßig kurzes, meist zickzackförmiges Rhizom vorhanden, welches nach oben bis $^1/_2$ m hohe in der unteren Hälfte unverzweigte, in der oberen einfach bis doppelt fiederig verzweigte, im Umfange deltaförmige Sprosse, nach unten, anscheinend direkt, sich reich verzweigende echte Wurzeln treibt. Eine vegetative Vermehrung findet hier statt, indem sich das Rhizom an einer Vegetationsspitze (wahrscheinlich rein dichotomisch) teilt, diese Teilprodukte in zwei von der ersten Wachstumsrichtung abweichenden Richtungen als Rhizome weiterwachsen und durch späteres Absterben der Mutterachse als selbständige Pflanzenindividuen erscheinen können. Ob dies Rhizom als ein Sympodium oder als Monopodium aufzusassen ist, ist zweifelhaft, doch scheint mir ersteres wahrscheinlicher, da die Rhizomachse in den meisten Fällen eine Zickzacklinie darstellt. Denselben morphologischen Typus bieten anscheinend die unten zu einer Gruppe der *S. Pervillei* vereinigten Arten. Auch kehrt dieser Typus anscheinend noch bei der bisher isoliert dastehenden, aber sicher mit den der Gruppe der *S. lepidophylla* (*Rosulatae*) verwandten und von Baker auch in die Nähe dieser gestellten *S. digitata* wieder. Auch bei dieser dürfte das Rhizom als ein aus Gliedern wiederholter Gabelungen entstandenes Sympodium aufzufassen sein, und zwar in der Weise, dass rechts und links liegende Gabelsprosse abwechselnd das Rhizom fortsetzen, während die anderen Gabelsprosse sich vom Boden erheben und die kleinen gestielten, wedelartigen Sprosssysteme erzeugen. Auch hier kann durch außergewöhnliche Umbildung beider Gabelsprosse einer Gabelung zu Rhizomgliedern eine vegetative Vermehrung stattfinden.

Eine sehr eigentümliche Sprossverkettung, die aber sich im Prinzip an die von *S. digitata* anschließt, hat Wojinowić bei *S. lepidophylla* festgestellt. Dieselbe dürfte sich in gleicher oder doch ähnlicher Weise auch noch bei den näher verwandten Arten finden. Nach Wojinowić stellt diese Sprossverkettung eine schraubenähnliche Dichotomie dar, und die Gesamtheit der einen linken homodromen aus der Dichotomie hervorgehenden Zweige bildet eine schwach gegen den Erdboden geneigte, aufstrebende und wellenförmig gekrümmte Spirale. Die übrigen sich kräftig entwickelnden rechten homodromen dichotomen Auszweigungen bilden die strahlenförmig von erster abgehenden Seitenäste. Dabei bleiben die die Spirale aufbauenden homodromen Glieder nicht in einer Ebene, sondern jedes folgende Glied wächst gleichzeitig ein Stück nach oben, sich dabei spiralig drehend, wodurch eine Cylinderspirale als Hauptachse des rosettenartig aufgebauten Sprosssystems zustandekommt. Auch hier muss gelegentlich einer der rechts stehenden Gabelsprosse der Dichotomien ausnahmsweise zu einem eine neue Spirale beginnenden Rhizomglied sich ausbilden können, da sich an den rosettenartigen Sprosssystemen bisweilen Seitenrosetten finden.

In derselben Weise wie bei vielen *S.* das Ende der Hauptachse oder von Zweigen sich normal in Ausläufer umwandeln kann, kommt auch bei *S. Lyallii*, *Vogelii* und verwandten eine Umwandelung der Sprossspitze in Rhizome vor. Bruchmann fand, dass die Zweige alter der Erde nahestehender oder zufällig auf derselben liegender sonst gewöhnlich aufrechter wedelartiger Sprosssysteme von *S. Lyallii* sich plötzlich neu beleben können, ihren Scheitel vergrößern und B. bilden, die von den übrigen heteromorphen B. der Wedelauszweigungen sehr abweichen und den Schuppen am Rhizom und am unteren unverzweigten Teile des aufrechten wedelartigen Sprosssystems gleichen. Man kann diese Art von Neubildungen als Durchwachsungen oder auch besser als Prolifikationen bezeichnen. Dass auch Blüten in derselben Weise durchwachsen können, ist schon oben erwähnt worden. Behrens und Bruchmann erzeugten solche Prolifikationen auf künstlichem Wege bei verschiedenen Arten und benutzten die durchwachsenden Spitzen zur Erzeugung neuer Pflanzenindividuen.

Auf die Umwandelung der Wurzelträger in beblätterte Sprosse ist oben bereits aufmerksam gemacht worden; ebenso sind auch schon die Bulbillenbildungen bei Besprechung der Blütendurchwachsungen erwähnt worden. Diese letzteren sind bisher als regelmäßige Erscheinungen nur bei *S. bulbilifera* beobachtet worden und finden sich sowohl an den Spitzen von Blüten, wie an denen von vegetativen Zweigen, welche letztere bisweilen etwas fadenförmig gestreckt sind. Es sind dies kleine zwiebelartige

Vermehrungsorgane, welche aus einer durch Hypertrophie des Rindenparenchyms verursachten mit Reservestoffen erfüllten Anschwellung der Sprossspitze einem sogenannten Lecus bestehen, der von zahlreichen, gleichmäßig entwickelten in diagonaler Stellung dicht gedrängt stehenden, an der Basis etwas angeschwollenen, sonst aber den Niederb. mancher Arten sehr ähnlichen B. dicht umgeben ist. Der Vegetationspunkt der Bulbillen teilt sich, meist noch solange diese an der Pflanze sich befinden, ein- bis zweimal, und zwar in derselben Ebene, in der die Gabelungen auch der übrigen Pflanze erfolgt sind.

Verwandtschaftliche Beziehungen, Phylogenie und Alter der S. Die nächstverwandten Familien, welche jetzt noch lebende Repräsentanten aufweisen, sind auf der einen Seite die *Lycopodiaceae* und *Psilotaceae*, auf der anderen die *Isoëtaceae*, von ausgestorbenen die in den ältesten geologischen Schichten verbreiteten *Lepidodendraceae*, *Sigillariaceae* und *Sphenophyllaceae*. Durch die Heterosporie stehen die *S.* den genannten ausgestorbenen Familien und den *Isoëtaceae* näher als den *Lycopodiaceae* und *Psilotaceae*, wenn auch einzelne Arten von *Lycopodium* durch ihren Habitus bedeutend an gewisse Arten der *S.* erinnern, so z. B. *Lycopodium inundatum* an *S. selaginoides*, *L. complanatum* und Verwandte durch den bilateralen Bau der Sprosse an alle Arten der *S.*, welche dorsiventrale Sprosse aufweisen. Von den *Isoëtaceae* entfernen sich die *S.* durch die ährenartigen Blüten und durch mancherlei Verschiedenheiten in der Entwickelung und Anatomie. Dagegen teilen sie die Sporangienstände sowohl mit den *Lycopodiaceae* und *Psilotaceae* als auch mit den genannten fossilen Familien.

Obgleich nur wenige anscheinend hierher gehörende fossile Reste (siehe weiter unten) gefunden worden sind, was bei der Zartheit vieler Formen nicht auffallend erscheint, so dürfte man doch den *S.* ein bedeutendes Alter zuschreiben können, zugleich aber muss man annehmen, dass sie ebensowenig wie die *Lycopodiaceae* ein erstarrter und altersschwacher Typus sind, im Gegenteil muss man bei dem Vorhandensein vieler oft nahe verwandter auf enge Verbreitungsbezirke beschränkter Arten annehmen, dass diese erst seit der Tertiärzeit entstanden sind.

Der Annahme Goebel's, dass die *S.* abzuleiten sind von einer isosporen Form, deren Sporangienbau im wesentlichen dem entsprach, wie er bei den Mikrosporangien sich findet, steht wohl kaum etwas entgegen.

Nutzen. Die Zierlichkeit des Habitus, welche den meisten Arten eigen ist, hat bewirkt, dass viele derselben in unseren Gewächshäusern als Decorationspflanzen gezogen werden. Das Sporenpulver von *S. selaginoides* ist wie das der *Lycopodium*sporen in der Volksheilkunde früher innerlich bei Urinbeschwerden benutzt worden, ebenso auch pharmazeutisch zum Bestreuen der Pillen etc. *S. concinna* und *S. obtusa* finden nach Cordemoy auf Réunion medizinische Verwendung als adstringierende, blutreinigende und carminative Mittel bei Diarrhoe und chronischen Dysenterien und werden nach C. Daruty auf Mauritius gegen Krankheiten der Hunde verwendet. Die in Mexiko vorkommenden Arten der Gruppe der *S. rupestris* werden in der Volksmedizin der Mexikaner verwendet. *S. lepidophylla* dient als Hygrometer in Mexiko. *S. convoluta* wird in Ostindien für ein Aphrodisiacum gehalten.

Lebensweise und geographische Verbreitung der S. Die *S.* gehören größtenteils zu den ombrophilen (regenfreundlichen) Pflanzen, die meisten Arten sind Bewohner des tropischen und subtropischen Urwaldes der ganzen Erde. Hier finden sich dieselben an den schattigsten und feuchtesten Stellen. Das Lichtbedürfnis derselben ist ein ziemlich geringes. Nach Sachs können die grünen Organe mancher Arten selbst monatelang des Lichtes entbehren. Auch gegen übermäßige Feuchtigkeit sind die meisten nicht empfindlich. Wiesner beobachtete, dass sich manche sogar lange Zeit in fauliger Flüssigkeit frisch erhalten. Nur wenige dieser ombrophilen Arten steigen in den Gebirgen etwas über die Baumgrenze empor, doch sind die mit tropischem und subtropischem Urwald bestandenen unteren Abhänge der höheren Gebirge, sowie ebensolche niedere Bergzüge vor ganz ebenen Gegenden anscheinend bevorzugt.

Nur sehr wenige Arten haben eine etwas weitere Verbreitung, die meisten bewohnen nur sehr wenig umfangreiche Bezirke, und viele gehören zu endemischen Arten der betreffenden Länder. Diese geringe Verbreitung der meisten Arten ist nicht auffallend und erklärt sich leicht schon durch das Vorhandensein der Heterosporie. Diese bedingt zur Weiterverbreitung der Arten die Verschleppung von Makro- und Mikrosporen an denselben Ort zu bestimmten Zeiten wahrscheinlich für viele Arten nacheinander, indem wenigstens für *S. helvetica* bereits von Hofmeister nachgewiesen worden ist, dass die Mikrosporen früher keimen, als die Makrosporen derselben Blüte, und wohl auch ebensolche Zeitunterschiede in Bezug auf die Keimung bei gleichzeitig ausgesäten Mikro- und Makrosporen aus verschiedenen Blüten, resp. von verschiedenen Pflanzen vorhanden sein dürften. Hofmeister beobachtete, dass die Makrosporen ihre Archegonien sechs Wochen später entwickelten, als die Mikrosporen ihre Antheridien. Dazu kommt, dass die *S.* meist an geschützten Stellen im tiefen Schatten des Waldes, an Felsen u. s. w. wachsen, wo sie gegen Luftzug geschützt sind. Daher die Sporen wohl nur selten durch Wind an andere Stellen verweht werden. Auch die Übertragung derselben von einem Ort zum anderen durch Tiere, dürfte nur in sehr geringem Maße stattfinden. Es kommen dabei wohl nur Schnecken in Betracht, welche jedoch durch ihre Lebensweise nicht geeignet sind, die Sporen in weite Ferne zu führen. Am meisten noch dürfte fließendes Regenwasser die Verschleppung der Sporen besorgen, doch ist, wie oben bereits erwähnt ist, nicht anzunehmen, dass die Sporen auf demselben schwimmen, sondern vielmehr, dass sie vermittelst desselben fortgerollt werden.

Nur verhältnismäßig wenige Arten sind Xerophyten und bewohnen in regenarmen oder doch nur periodischen Regenfall besitzenden Ländern sich etwas feucht erhaltende Stellen. Es sind dies besonders die Arten aus der Verwandtschaft der *S. rupestris*, *borealis*, *mongholica* und *S. lepidophylla*, die auch anatomisch als Xerophyten gekennzeichnet sind. Von Wojinowić wurde *S. lepidophylla* auch in Bezug auf die Lebensweise genauer untersucht. Diese und verwandte Arten, welche, wie oben beschrieben, rosettenartige Sprossenverkettungen bilden, sind bekanntlich in ähnlicher Weise wie die sogenannte Rose von Jericho in hohem Grade hyroskopisch. Beim Austrocknen rollen sich die wedelartigen, die Rosette bildenden Sprosssysteme zusammen, bei Wiederaufnahme von Wasser breiten sie sich aus. Dieser Vorgang beruht auf der Hygroskopicität der Zellmembranen und ist keine eigentliche Lebenserscheinung, sondern ein rein physikalischer Vorgang. Daher auch bereits tote, getrocknete Exemplare sich beim Befeuchten aufrollen und scheinbar neues Leben gewinnen. Der Vorgang erklärt sich dadurch, dass die stärker verdickten Zellen des Stereomcylinders der organisch oberen Seite mehr Wasser abgeben, resp. aufnehmen, als diejenigen der organisch-unteren Seite, dass also die organisch-obere Seite sich stärker verkürzt, resp. verlängert, als die organisch-untere. Die Zusammenrollung wird außerdem noch durch die oben erwähnte kurvenartige Anordnung der Zellen an der organisch-oberen Seite gefördert. In ihrem Vaterlande Mexiko vermag *S. lepidophylla* jahrelang als zusammengerollter Knäuel in trockener Luft ein latentes Leben zu bewahren. Durch Aufnahme von etwa 50 % ihres Gewichtes Wasser wird dieselbe wieder zu aktiver Lebensthätigkeit befähigt und entwickelt sich dann weiter. Diese große Widerstandsfähigkeit gegen das Austrocknen beruht, wie Wojinowić nachgewiesen hat, darauf, dass der Inhalt sowohl der dickwandigen wie der dünnwandigen Rindenzellen des Stengels, wie auch besonders der Pallisadenparenchymzellen der dorsalen (Ober- oder Mittelblätter) B. eine große Masse von fettem Öl enthält, welches neben seiner Funktion als Reservematerial zugleich die hat, dem Protoplasma der Zellen als Schutzmittel gegen äußere Einflüsse zu dienen, besonders gegen Verdunstung bei trockener Luft. Ähnlich verhalten sich auch andere xerophytische Arten. Dieselben gleichen in dieser Beziehung den terrestren *Isoëtes*arten, welche ebenfalls viel Öl enthalten und lange Zeit ausgetrocknet in latentem Lebenszustande verharren können.

S. selaginoides dürfte wohl diejenige Art sein, welche dem Nordpol am nächsten von allen vorkommt, da sie sich noch in Lappland findet. Derselben steht in dieser Beziehung wohl wenig nach die der *Rupestris*-Gruppe angehörige *S. Schmidtii* mit ihrer

Var. *Krausseorum*, welche letztere auf der Tschuktschenhalbinsel im nordöstlichsten Asien vorkommt. Die dem Südpol am nächsten sich findende Art dürfte wohl *S. Preissiana* sein, die noch in Tasmanien vorkommt, während bereits Neu-Seeland der *S.* entbehrt. Das Hauptverbreitungsgebiet der *S.* erstreckt sich vom Äquator bis zum 35. Breitengrade süd- und nordwärts. Bedeutende Zentren, an denen die Artenzahl sich häuft, finden sich in Hinterindien und den Sundainseln einerseits und in äquatorialem Amerika und Westindien andererseits, weniger bedeutende im tropischen Afrika und in Südbrasilien. Südafrika und Nordamerika besitzen einige besondere xerophytische Arten. Australien und Europa sind arm an Arten. In Deutschland kommen nur zwei Arten (*S. selaginoides* und *S. helvetica*) vor. Zu diesem gesellen sich im Süden Europas zwei weitere. Schließlich verweisen wir hier noch auf die im systematischen Teil gegebenen Angaben über die Verbreitung einzelner Gruppen und Arten.

Selaginella Spring, einzige Gattung mit c. 500 Arten.

Untergatt. I. *Homoeophyllum.* (*Homoeophyllae* Spring, *Homotropae* Al. Br.; *Selaginella »proper«* Bak.; *Euselaginella* Warb.). B. überall gleichartig (isomorph), radiär gestellt; Sporophylle isomorph; Stengelorgane überall monostelisch.

Sect. I. *Cylindrostachyae* Sporophylle in komplicierten spiraligen oder vielfach wirteligen Stellungen.

1. Gruppe der *S. selaginoides*: Stämmchen nur am angeschwollenen Grunde des hypocotylen Gliedes bewurzelt. B. am Rande stachelich gezähnt, in den unteren Regionen der Verzweigungen kreuzständig, ebenso an im Dunkeln gewachsenen vergeilten Trieben; in den oberen Regionen unterhalb der Blüten in komplicierten spiraligen und vielreihig wirteligen Stellungen dicht stehend.

A. B. schräg aufsteigend: 1. *S. selaginoides* (L.) Link, (*S. spinosa* P. B., *S. spinulosa* Al. Br. non Spring); Mikrosporen schwefelgelb an der abgerundeten Seite zerstreut mit dünn kegelförmigen, bisweilen hakenförmig gekrümmten Erhöhungen besetzt; Makrosporen schwefelgelb, überall mit winzigen, warzenförmigen Erhöhungen dicht besetzt; kleines, auf alpinen und subalpinen Wiesen Nordeuropas weitverbreitetes Kraut von Lappland bis zu den Pyrenäen und Alpen; im Kaukasus, in Sibirien und in Grönland (Fig. 401).

B. B. abstehend oder rückwärts gekrümmt: 2. *S. deflexa* Brack., Mikrosporen schwefelgelb an der abgerundeten Seite mit zerstreuten, dünn kegelförmigen Höckern besetzt; Makrosporen gelblich weiß, an der Scheitelseite mit hohen, an der abgerundeten Seite mit viel kleineren, oft etwas gekrümmten kegelförmigen Erhöhungen dicht bedeckt; der vorigen Art ähnliches, starrere Blätter besitzendes Kraut mit etwas höheren, aufsteigenden Sprossen; auf den Sandwichsinseln.

Sect. II. *Tetragonostachyae* Sporophylle in normal gekreuzter Stellung, vierreihig.

§. 1. Gruppe der *S. pumila*: B. in den unteren Regionen oft kreuzständig, in den oberen stets spiralig in einfachen Stellungen gestellt, voneinander entfernt stehend nicht dachig, ohne Zähne am Rande und ohne Furche am Rücken.

A. B. lanzettlich: 3. *S. pumila* (Schlecht.), Spring (syn. *Lycopodium pygmaeum* Kaulf.); Mikrosporen in Masse mennigrot, einzeln hoch orangefarben, an der abgerundeten Seite mit winzigen, zerstreuten, nadelförmigen Höckern besetzt; Makrosporen citronengelb, überall dicht unregelmäßig, bisweilen etwas netzig runzelig; an der Basis meist unverzweigtes, oberhalb meist verzweigtes, bis 15 cm hohes, einjähriges Kraut an schattigen, feuchten Plätzen in Südafrika.

B. B. eiförmig: 4. *S. bryoides* (Kaulf.), Hieron. (*Lycopod. bryoides* Kaulf.); ähnlich dem vorigen, ebenfalls in Südafrika.

§. 2. Gruppe der *S. uliginosa*: B. kreuzständig vierzeilig, ohne Stachelzähne am Rande und ohne Furche am Rücken.

A. B. lanzettlich: 5. *S. Preissiana* Spring; bis 4 cm hohes, einjähriges, unverzweigtes oder an der Basis verzweigtes und dann rasig erscheinendes, kleines Kraut; Mikrosporen schwefelgelb, an der abgerundeten Seite feinporig, Makrosporen gelblich-weiß, überall unregelmäßig runzelig; in Westaustralien, Victoria und Tasmanien.

B. B. eirund oder eirund lanzettlich: 6. *S. uliginosa* (Lab.) Spring; aus lang kriechendem, anscheinend unterirdischem Rhizom, bis 30 cm hohe aufrechte Sprosse und Wurzeln an bestimmten Stellen aussendendes, mehrjähriges Kraut; Mikrosporen schwefelgelb, an der abgerundeten Seite unregelmäßig, bisweilen etwas netzig dicht runzelig; Makrosporen schwefelgelb, überall unregelmäßig netzig runzelig; in Ostaustralien von Queensland bis Tasmanien.

§. 3. Gruppe der *S. rupestris*: B. mit Ausnahme der Kotyledonen vermutlich überall spiralig gestellt, meist in komplicierteren Stellungen, meist dicht dachig auf einander liegend und dicht gedrängt, am Rücken stets mit Furche, lanzettlich oder länglich dreieckig, am Rande meist gewimpert, bisweilen verdickt. Sporophylle ebenfalls mit Furche am Rücken. Makrosporen meist orangefarben, seltener schwefel- oder citronengelb, meist mit netzigen, seltener mit runzeligen Verzierungen oder glatt, meist tetraëdrisch-kugelig, seltener linsenförmig und dann mit äquatorialem Ringe. Mikrosporen meist mennigrot, seltener orangefarben, schwefel- oder citronengelb, tetraëdrisch-kugelig oder etwas

Fig. 401. *Selaginella selaginoides* (L.) Link. — *A* Keimpflanze, schwach vergr. — *B* eine jüngere Pflanze in nat. Gr. — *C* eine ältere Pflanze in nat. Gr. Mit *H* ist das ausdauernde Hypokotyl, mit *K* sind die beiden Keimblätter, mit *DD* ist die erste, mit *HD* die zweite Gabelung, mit *F* der verdickte Stammgrund, aus dem die Wurzeln entspringen, mit *Sp* ist die Spore bezeichnet. — *D* Habitusbild einer Endverzweigung mit 3 Blüten. — *E* und *F* Der Stammgrund einer jüngeren (*E*) und einer älteren Pflanze (*F*). *Et* der in Dauerzustand übergeführte Embryoträger W_1 bis W_4 Altersfolge der Wurzeln des Stammgrundes. Vergr. 22/1. — *G* eine Blüte. Vergr. 2/1. — *H* ein Laubblatt. Vergr. 15/1. — *J* Sporophyll mit einem geöffneten Makrosporangium. Vergr. 15/1. — *K* aufgesprungenes Makrosporangium von oben gesehen. Vergr. 15/1. — *L* Sporophyll mit Mikrosporangium. Vergr. 15/1. — *M* Makrosporen in verschiedener Lage. Vergr. 21/1. — *N* Mikrosporen in verschiedener Lage. Vergr. 255/1. (*A*, *B*, *C*, *E*, *F* nach Bruchmann, das übrige Original).

linsenförmig, mit oder ohne äquatorialen Ring oder doch gefaltetem Exospor am Sporenäquator, meist mit wenig auffallenden winzigen, höckerigen Verzierungen an der abgerundeten Seite.

A. Pfl. aufrecht oder aufsteigend, nur im unteren Teile Wurzeln treibend. B. länglich-dreieckig, spitz, stets mit Endborsten. — **Aa.** Blüten wagrecht oder doch nicht senkrecht stehend; Mikro- und Makrosporen dorsiventral verteilt. — **Aaα.** B. ohne Randwimpern: 7. *S. tortipila* Al. Br. in Carolina. — **Aaβ.** B. mit 8—14 Randwimpern jederseits; 8. *S. rupincola* Underw. in Neu-Mexiko. — **Ab.** Blüten aufrecht; Mikrosporangien in den Achseln der oberen Sporophylle, Makrosporangien in den Achseln der unteren Sporophylle. — **Abα.** Blattendborsten 0,25—0,45 mm lang: 9. *S. Bigelowii* Underw. in Californien; **Abβ.** Blattendborsten 0,45—8 mm lang. — **AbβI.** B. mit bis 30, bisweilen bis 50 Randwimpern jederseits: 10. *S. Chrismari* Hieron. in Mexiko. — **AbβII.** B. mit 8—16 Blattrandwimpern jederseits: 11. *S. arenicola* Underw. (*S. arenaria* Underw., non Bak.) in Florida.

B. Pfl. kriechend, rasenbildend oder ausgebreitet, niederliegend. — **Ba.** Pfl. kriechend, mit oft dicht gedrängten aufsteigenden Zweigen; Verzweigungssysteme meist nicht über 10 cm lang; B. linearlänglich nach dem stumpfen Ende zu wenig verschmälert. — **Baα.** B. ohne eigentliche Endborste nur mit kurzem Spitzchen. — **BaαI.** Blattrandwimpern bis 0,16 mm lang: 12. *S. mutica* D. C. Eaton, in Neu-Mexiko und Californien. — **BaαII.** Blattrandwimpern kaum 0,08 mm lang: 13. *S. bryoides* Nutt. (syn. *S. cinerascens* A. A. Eaton) in Californien. — **Baβ.** B. mit Endborsten. — **BaβI.** Endborsten gelblich grün, B. mit 4—9 Wimpern jederseits: 14. *S. Watsoni* Underw. (Fig. 402) in den Hochgebirgen Californiens, bei 2000—3000 m. — **BaβII.** Endborsten weiß oder weißlich. — **BaβII 1.** Makrosporen glatt oder fast glatt. — * B. mit 6—9 Randwimpern jederseits: 15. *S. montanensis* Hieron. in Montana, Ver. Staaten. — ** B. mit etwa 9—15 Randwimpern jederseits: 16. *S. Schmidtii* Hieron. auf der Insel Sachalin, den Aleuten und in Alaska. — **BaβII 2.** Makrosporen mit deutlich netzig verbundenen Verdickungsleisten; hierher gehören: 17. *S. Engelmanni* Hieron. mit 2—6 Blattrandwimpern jederseits, 0,6—0,95 mm langer Blattendborste, $^1/_2$—2 cm langen Blüten, in Colorado; — 18. *S. Bourgeaui* Hieron. mit 6—8 Blattrandwimpern jederseits, bis $1^1/_4$ cm langen Blüten, in Oregon; — 19. *S. rupestris* (L. part.) Underw. mit 8—12 Blattrandwimpern jederseits, 0,55—1 mm langer Blattendborste, 2 cm langen Blüten und fehlenden Mikrosporangien, im östlichen Teile Canadas und der Verein. Staaten; — 20. *S. Haydeni* Hieron. mit 8—12 Blattrandwimpern jederseits, 0,9—1,4 mm langen Blattendborsten und bis 3 cm langen Blüten, in Oregon und Nebraska; — 21. *S. longipila* Hieron. mit 8—14 Blattrandwimpern jederseits, 1,2—1,4 mm langen Blattendborsten, $^1/_2$—$1^1/_2$ cm langen Blüten, im Himalaya; — 22. *S. sibirica* (Milde) Hieron. mit 8—14 Blattrandwimpern jederseits, 0,4—0,7 mm langen Blattendborsten, $^1/_2$—$2^1/_2$ mm langen Blüten, in Sibirien; — 23. *S. Wallacei* Hieron. mit 8—12 Blattrandwimpern jederseits, 0,3—0,4 mm langen Blattendborsten und $1^1/_2$ cm langen, wagrecht stehenden Blüten mit dorsiventraler Verteilung der Mikro- und Makrosporangien, in Oregon. — **Bb.** Pfl. kriechend mit meist weniger gedrängten, aufsteigenden oder niederliegenden Zweigen; Verzweigungssysteme meist über 10 cm lang; B. lang dreieckig oder aus linear-länglicher Basis in ein verlängertes Dreieck ausgezogen, am Ende meist spitz. — **Bbα.** Makrosporen unregelmäßig runzelig. — **BbαI.** Blüten aufrecht, normal. — Hierher gehören: 24. *S. Wrightii* Hieron. mit 9—12 Blattrandwimpern jederseits, 0,25—0,45 mm langen Blattendborsten, 2 cm langen Blüten, in Neu-Mexiko; ferner 3 nahe verwandte südamerikanische Arten: 25. *S. Mildei* Hieron. (syn. *S. amazonica* Hieron., non Spring) mit 8 bis 10 Blattrandwimpern jederseits, 0,45—0,63 mm langen Blattendborsten, 3 mm langen Blüten, 15—25 Sporophyllrandwimpern jederseits, verbreitet von Argentinien bis zum oberen Amazonenstrom; — 26. *S. Arechavaletae* Hieron. mit 10—15 Blattrandwimpern jederseits, 0,35—0,5 mm langen Blattendborsten, 3 mm langen Blüten, 25—40 Sporophyllrandwimpern jederseits, in Uruguay; — 27. *S. Sellovii* Hieron. mit 10—18 Blattrandwimpern jederseits, 0,28—0,4 mm langen Blattendborsten, horizontal liegenden, $^1/_2$ cm langen Blüten, bei denen Mikro- und Makrosporangien dorsiventral verteilt sind, 15—25 Sporophyllrandwimpern jederseits, in Brasilien; — 28. die nordafrikanische *S. Balansae* Hieron. mit längeren B., 6—12 Blattrandwimpern jederseits, 0,6—1 mm langen Blattendborsten, $^1/_2$ cm langen Blüten, 12—18 Sporophyllrandwimpern jederseits, an Felsen des Atlasgebirges; — 29. *S. njamnjamensis* Hieron. mit 12 bis 16 Blattrandwimpern jederseits, 0,15—0,4 mm langen Blattendborsten, kaum 4 mm langen Blüten, 20—25 Sporophyllrandwimpern jederseits, in Centralafrika; — 30. *S. Caffrorum* (Milde) Hieron. mit 10—16 Blattrandwimpern jederseits, 0,25—0,45 mm langen Blattendborsten, kaum $^1/_2$ cm langen Blüten, 20—25 Sporophyllrandwimpern, von Südafrika nach Angola und Deutsch-Ostafrika verbreitet; — 31. *S. capensis* (Al. Br.) Hieron. mit 10—16 Blattrandwimpern

jederseits, 0,25—0,6 mm langen Blattendborsten, bis 3 cm langen Blüten und 18—22 Sporophyllrandwimpern, in Südafrika. — **Bbα II.** Blüten wagerecht stehend, nur an der Bauch- oder Schattenseite Sporophylle, an der Rücken- oder Lichtseite gewöhnliche B. tragend, gewissermaßen nur halbiert vorhanden: 32. *S. Drègei* (Presl) Hieron. mit 6—15 Blattrandwimpern jederseits, bis über 1,5 mm langen, weißen Blattendborsten, $^1/_2$ cm langen Blüten, 35 bis 45 Sporophyllrandwimpern jederseits, mit mehreren Varietäten, in Südafrika. — **Bbβ.** Makrosporen mit mehr oder weniger regelmäßig netzförmig angeordneten Verdickungsleisten der

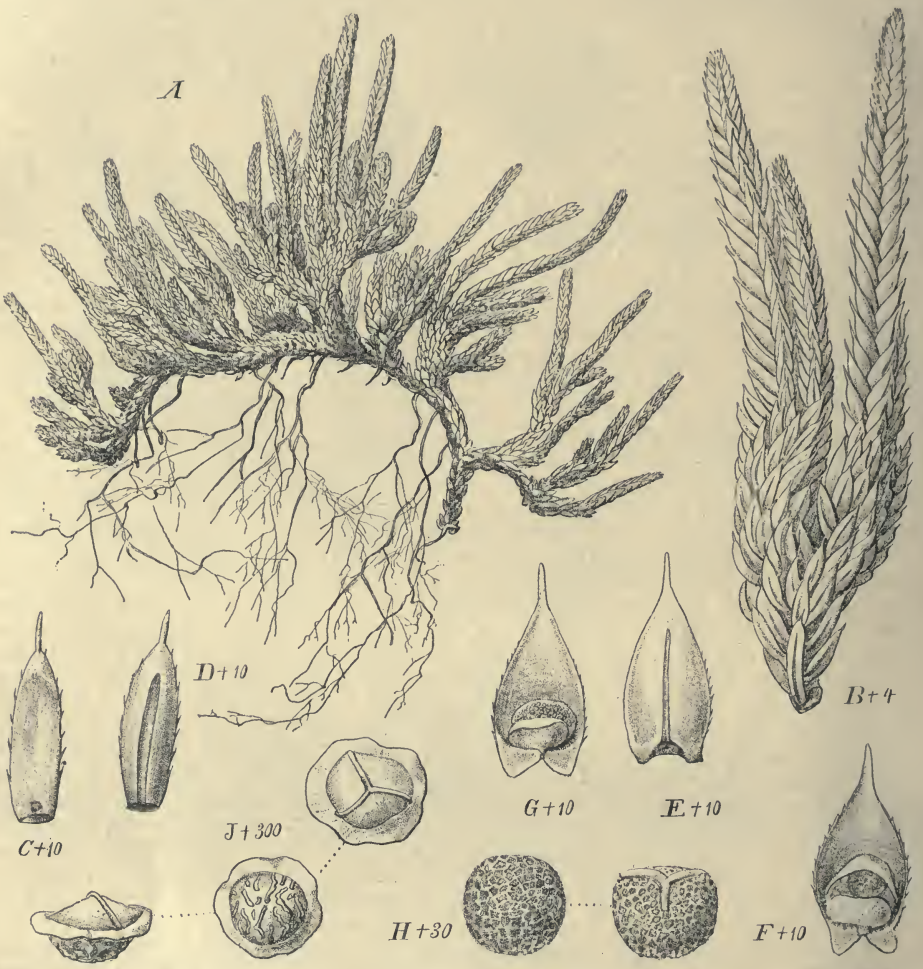


Fig. 402. *Selaginella Watsoni* Underwood. — *A* Habitusbild eines Teiles einer Pfl. in nat. Gr. — *B* Verzweigung mit 3 Blüten. Vergr. 4/1. — *C* Blatt von der Ligularseite, *D* dasselbe von der Aligularseite gesehen. Vergr. 10/1. — *E* Sporophyll von der Aligularseite. Vergr. 10/1. —.*F* Sporophyll mit geöffnetem Makrosporangium von der Ligularseite. Vergr. 10/1. — *G* Sporophyll mit Mikrosporangium ebenso. Vergr. 10/1. — *H* Makrosporen in verschiedenen Lagen. Vergr. 30/1. — *J* Mikrosporen in verschiedenen Lagen. Vergr. 300/1. (Alles Original.)

Membran. — **Bbβ I.** Blüten nur bis höchstens $^1/_2$ cm lang. — **Bbβ I 1.** Blüten aufrecht, Makrosporangien in den Achseln der unteren Sporophylle: 33. *S. montevideensis* Hieron. mit 9—12 Blattrandwimpern jederseits, 0,45—0,63 mm langen Blattendborsten, 3 mm langen Blüten, 35—45 Sporophyllrandwimpern jederseits, in Uruguay; — 34. *S. peruviana* (Milde) Hieron. mit 8—14 Blattrandwimpern jederseits, 0,25—0,47 mm langen Blattendborsten, $^1/_2$ cm langen Blüten, 12—20 Sporophyllrandwimpern, in den Gebirgen Perus, Boliviens und Argentiniens. — **Bbβ I 2.** Blüten wagrecht stehend, Mikro- und Makrosporangien dorsiventral verteilt: 35. *S. Bolanderi* Hieron. mit 8—15 Blattrandwimpern jederseits, 0,3—0,45 mm langen

Blattendborsten, $^1/_2$ cm langen Blüten, 10—20 Sporophyllrandwimpern jederseits, in Californien. — **Bbβ II.** Blüten über $^1/_2$ cm lang, aufrecht, Makrosporangien in den unteren, Mikrosporangien in den oberen Sporophyllen: 36. *S. Wightii* Hieron. mit 8—12 Blattrandwimpern jederseits, 0,6—0,8 mm langen Blattendborsten, $^1/_2$—1 cm langen Blüten, 15 bis 25 Sporophyllrandwimpern jederseits, in Ostindien, 2 Varietäten davon in Somaliland und auf Mauritius (?); 37. *S. Fendleri* (Underw.) Hieron. mit 5—7 Blattrandwimpern jederseits, 0,16—0,3 mm langen Blattendborsten, $^1/_2$—2 cm langen Blüten, 12—15 Sporophyllrandwimpern jederseits, in Neu-Mexiko und südamerikanisch Columbien; — 38. *S. Sartorii* Hieron. mit 10—17 Blattrandwimpern jederseits, 0,45—0,65 mm langen Blattendborsten, $^1/_2$—1 cm langen Blüten, 35—40 Sporophyllrandwimpern jederseits, in den Gebirgen Venezuelas; — 39. *S. Aschenbornii* Hieron. mit 8—15 Blattrandwimpern jederseits, 0,15—0,45 mm langen Blattendborsten, 1 cm langen Blüten und 15—20 Sporophyllrandwimpern jederseits, in Mexiko. — **Bbγ.** Makrosporen glatt oder doch nur schwach unregelmäßig oder netzig runzelig, aber mit mehr oder weniger deutlichem äquatorialem oder der Scheitelseite zugekehrtem kronenförmigem Ringe. — **BbγI.** Makrosporen tetraëdrisch-kugelig, mit schwachem kronenförmigem Ringe an der Scheitelseite: 40. *S. Hanseni* Hieron. mit 6—12 Blattrandwimpern jederseits, 0,6—0,8 mm langen Blattendborsten und bis 9 mm langen Blüten, in Californien. — **BbγII.** Makrosporen linsenförmig, mit höckerigem äquatorialem Ringe: 41. *S. extensa* Underw. mit 8—14 Blattrandwimpern jederseits, 0,08—0,15 mm langen Blattendborsten und $^1/_2$ cm langen Blüten, in Mexiko; — 42. *S. oregana* D. C. Eaton mit bis $^1/_2$ m langen Sprossverzweigungen, mit oft straußfederartig eingerollten Zweigen und Zweigchen, 1—4 kurzen Blattrandwimpern jederseits, sehr kurzen Blattendborsten, wenigen Sporophyllrandwimpern und an der Basalseite undeutlich netzigen Makrosporen, in Oregon.

Untergatt. II. *Heterophyllum* (*Heterophyllae* Spring, *Dichotropae* Al. Br., *Stachygynandrum*, *Homostachys* und *Heterostachys* Bak., Warb., und *Boreoselaginella* Warb.): B. überall oder doch an gewissen oberen Sprossgliedern der Verzweigungssysteme meist mehr oder weniger verschiedengestaltet (heteromorph) und in verschobener, schiefer Kreuzstellung, die Sprosse daher dorsiventral entwickelt; Blüten radiär-tetrastich oder dorsiventral entwickelt; Sporophylle gleichgestaltet (isomorph) oder verschiedengestaltet (heteromorph); Stengelorgane mit nur einer oder mehreren Gefäßbündelstelen.

Sect. I. *Pleiomacrosporangiatae:* Blüten fast stets mit mehreren oder vielen Makrosporangien (abnorme Einzelfälle ausgenommen), an der Basis nicht von einer aus sterilen Sporophyllen gebildeten Hülle umgeben.

Reihe 1. *Monostelicae:* Stengelorgane nur mit einer centralen Gefäßbündelstele (mit einer Ausnahme); Blüten radiär-tetrastich oder mehr oder weniger dorsiventral ausgebildet, platystich; Sporophylle bei den radiären Blüten in normaler Kreuzstellung und gleichgestaltet und im wesentlichen gleichgroß, bei den dorsiventralen Blüten ungleichartig, stets in mehr oder weniger verschobener schiefer Kreuzstellung, und zwar meist die ventralen kleiner, nach unten zusammengeschoben, die dorsalen größer und seitlich gelegt (invers platystiche Blüten), seltener die ventralen Sporophylle größer (normal platystiche Blüten). Makrosporen meist verhältnismäßig klein, meist schwefel- bis citronengelb, seltener weiß, gelblich, rötlich oder bräunlich weiß, rotbraun oder orangefarben; Mikrosporen meist mennigrot oder safrangelb, auch orangefarben, seltener schwefelgelb, gelblich- oder bräunlich-hyalin oder braunrot.

§. 1. Gruppe der *S. borealis:* Arten mit nur an der Basis wurzelnden aufrechten, mehr gabelig als fiederig verzweigten Sprossen von xerophytischem Charakter; B. ganz oder fast gleichartig oder doch sehr ähnlich, an den Hauptachsen stets in normaler Kreuzstellung, an den Zweigen ebenso oder aber in schiefer Kreuzstellung und dann die Zweige dorsiventral ausgebildet; Blüten tetrastich, meist aufrecht; Sporophylle durchaus gleichartig; Makrosporen hell orangefarben, rötlichweiß oder hellbräunlich, glatt oder fein warzig, oder runzelig; Mikrosporen orangefarben, seltener mennigrot mit höckerigem, äquatorialem Ringe und runzeligen oder wulstigen hin und her gebogenen oder unregelmäßig eckigen Höckern an der abgerundeten Seite. Die Gruppe bildet gewissermaßen einen Übergang von der Untergattung *Homoeophyllum* zur Untergattung *Heterophyllum*.

A. Stengel rot gefärbt. — **Aa.** Zweige meist wie die Hauptachsen mit normal gekreuzter Blattstellung, nur selten dorsiventral ausgebildet. — **Aaα.** B. am Rande mit zahlreichen, oft auf Blattzähnen aufsitzenden Wimpern. Dorsiventrale Zweige bisweilen, aber nicht immer vorhanden: 43. *S. sanguinolenta* (L.) Spring, mit bis 0,3 mm dicken, im trockenen Zustande

fleischfarbenen, angefeuchtet matt orangefarbenen, glatten, nur mit Scheitelleisten versehenen Makrosporen und orangefarbenen, zwischen den Scheitelleisten glatten, an der abgerundeten Seite mit halbkugeligen, oft auch verwachsenen und dann unregelmäßig gestalteten Höckern bedeckten Mikrosporen; in Ostsibirien und Nordostchina. — **Aaβ.** B. am Rande mit wenigen, ganz kurzen Haarzähnchen. Dorsiventrale Zweige bisher nicht beobachtet: 44. *S. Aitchisonii* Hieron. n. sp., mit bis 0,4 mm dicken, im trockenen Zustande weißlich-orangefarbenen, angefeuchtet dunkler, aber matt orangefarbenen, überall mit winzigen, rundlichen oder länglichen, wulstartigen Erhöhungen versehenen Makrosporen und mit orangefarbenen, mit höckerigem Äquatorialring versehenen, an der Scheitelseite zwischen den Leisten glatten, sonst fein runzelig-höckerigen Mikrosporen; in Afghanistan und Turkestan. — **Ab.** Letzte Zweige der aufsteigenden Sprosse stets dorsiventral ausgebildet: 45. *S. borealis* (Kaulf.) Spring, (syn. *S. Jacquemontii* Spring), mit am Rande mit zahlreichen, oft auf Blattzähnen sitzenden Wimpern versehenen B., hellbräunlichen, zwischen den Scheitelleisten sehr fein warzigen, sonst glatten Makrosporen, gelblich hyalinen (in Masse orangefarben erscheinenden), zwischen den Scheitelleisten glatten, mit höckerigem, äquatorialem Ringe versehenen, an der abgerundeten Seite runzelig-höckerigen Mikrosporen; in Ostsibirien, Kamschatka, Kaschmir und im westlichen Himalaya.

B. Stengel braun gefärbt: 46. *S. adunca* Al. Braun mit überall weißlich berandeten und zahlreich gewimperten B., weißlich orangefarbenen, überall mit rundlichen oder länglichen, bisweilen unregelmäßig gestalteten Wärzchen dicht bedeckten Makrosporen, mennigroten, zwischen den Scheitelleisten glatten, sonst überall mit verhältnismäßig großen, halbkugeligen Höckern bedeckten Mikrosporen; im Himalaya.

§. 2. Gruppe der *S. mongholica*: Sprosse niederliegend auf mehr oder weniger lange Wurzelträger gestützt, Hauptstengel an der Basis oder auch noch weiter aufwärts mit in normaler Kreuzstellung stehenden, mehr oder weniger isomorphen B. besetzt, stielrund oder kantig, kaum zusammengedrückt, an der Spitze dorsiventral entwickelt, zusammengedrückt (pleurotrop), wie die niederliegenden oder etwas aufsteigenden Zweige gebaut; B. der Zweige nicht ganz isomorph, doch die Mittelb. den Seitenb. sehr ähnlich, bisweilen fast gleich groß. Blüten tetrastich, aufrecht oder mehr oder weniger geneigt oder wagrecht stehend. Sporophylle gleichartig. Makrosporen weiß, gelblichweiß oder hell orangefarben, an der abgerundeten Seite mit unregelmäßigen rundlichen oder etwas wulstförmigen Höckern besetzt, zwischen den Scheitelleisten meist glatt. Mikrosporen (in Masse) orangefarben, an der abgerundeten Seite mit rundlichen, kantigen oder wulstförmigen Höckern dicht besetzt, zwischen den Scheitelleisten glatt oder fein radiär runzelig. Xerophytische Arten.

A. Seitenb. und Mittelb. schildförmig angeheftet. — **Aa.** Seitenb. und Mittelb. ohne weißen sklerotischen Rand: 47. *S. Schaffneri* Hieron. n. sp. Seitenb. breit, eirund, stumpf, oft am vorgezogenen unteren Lappen gezähnt, ohne Wimpern am Rande; Mittelb. sehr ähnlich, beide graugrün; Blüten kaum 3 mm lang; Mikrosporen an der abgerundeten Seite ziemlich grobwulstig, zwichen den Scheitelleisten mit feinen radialen Runzeln; Makrosporen weiß; in Mexiko. — 48. *S. Rossii* (Bak.) Warb.; Seitenb. schief-eirund, kurz zugespitzt, mit einigen, auf Blattzähnen sitzenden Wimpern an der oberen Basis; die älteren nach unten zurückgeschlagen; Mittelb. halb so groß ähnlich; Blüten bis 7 mm lang; Mikrosporen mit höckerigem, äquatorialem Ring und an der abgerundeten Seite mit unregelmäßigen Wülsten; Makrosporen gelblich-weiß; in der Mandschurei. — **Ab.** Seitenb. und Mittelb. mit weißem, aus sklerotischen Zellen gebildetem Rande: 49. *S. mongholica* Rupr. Seitenb. verkehrt eiförmig, stumpf, am oberen Rande mit vielen bis 0,1 mm langen Wimpern, am unteren Rande mit kürzeren Haarzähnchen; Mittelb. eirund-lanzettlich, stumpf, mit ebensolchen Wimpern an beiden Rändern; Blüten bis 5 mm lang; Mikrosporen mit großen Höckern an der abgerundeten Seite; Makrosporen weißlich-orangefarben, mit weißen Wärzchen bedeckt; in der Mongolei und Petschili. — 50. *S. yemensis* (Sw.) Spring, (syn. *S. somaliensis* Bak.); Seitenb. länglich-eirund, kurzspitzig mit kurzem oberem Ohr, einigen bis über 0,5 mm langen Wimpern am oberen und kurzen Haarzähnchen am unteren Rande; Mittelb. mit kurzer Haarspitze und bis 0,1 mm langen Haarzähnen an beiden Rändern; Blüten bis 8 mm lang; Mikrosporen an der abgerundeten Seite mit rundlichen oder unregelmäßigen Höckern; Makrosporen gelblich-weiß, mit kleinen rundlichen oder etwas länglichen Höckern dicht besetzt; in Arabien, Abyssinien und im Somali-Land.

B. Mittelb. mit kurzem, aber deutlichem äußeren Ohr; Seitenb. herzförmig ansitzend: 51. *S. siamensis* Hieron. Seitenb. eirund, mit weißer, $^1/_4$ der Spreite an Länge erreichender Borstenspitze, am oberen Rande und an der unteren Basis mit bis 0,08 mm langen Wimpern

besetzt, Mittelb. breit, eirund mit breitem äußeren Ohr, kurzem inneren Ohr, langer weißer Borstenspitze und mit bis 0,06 mm langen Wimpern oder Haarzähnen am oberen Rande; Blüten unbekannt, doch wohl hierher gehörig; in Siam. — In diese Gruppe gehört vielleicht auch 52. *S. arabica* Bak. bei Aden und 53. *S. microdendron* Bak. in Cuba heimisch.

§. 3. Gruppe der *S. digitata*: Aus lang hin kriechenden, vermutlich sympodial aufgebauten, mit Niederb. versehenen Rhizomen aufsteigende, gestielte, wedelartige Sprosssysteme, welche sich bei Trockenheit einrollen. Blüten noch unbekannt, aber die durch eine einzige Art repräsentierte Gruppe

Fig. 403. *Selaginella lepidophylla* (Hook. Grev.) Spring. — *A* Habitusbild einer Pfl. in feuchtem Zustande von oben gesehen, in nat. Gr. — *B* Habitusbild einer Pfl. in ausgetrocknetem Zustande von der Seite gesehen, in nat. Gr. — *C* Stück eines aufsteigenden sympodialen Rhizoms aus einer älteren Pflanze herauspräpariert; in nat. Gr. — *D* Zweigstück mit 2 Blüten. Vergr. 6/1. — *E* Sporophyll mit Makrosporangium. Vergr. 18/1. — *F* Sporophyll mit Mikrosporangium. Vergr. 18/1. — *G* Seitenb. Vergr. 18/1. — *H* Mittelb. Vergr. 18/1. — *J* Makrosporen. Vergr. 50/1. — *K* Mikrosporen in der erhalten bleibenden Mutterzellhülle. — *L* Schematische Durchschnittsansicht einer Mutterzellhülle. — *M* Mikrosporen aus der Mutterzellhülle befreit in verschiedenen Lagen. Vergr. 300/1. (*C* nach Wojinowić, das übrige Original.)

wohl sicher hierher zu stellen, da die Verwandtschaft mit der vorhergehenden und folgenden Gruppe gesichert erscheint. Xerophyt.

54. *S. digitata* Spring, kleines, bis 3 cm hohe gestielte wedelartige Sprosssysteme treibendes, auf sandigem Boden wachsendes Pflänzchen, in Madagaskar.

§. 4. Gruppe der *S. lepidophylla* (*Circinatae* Spring, *Rosulatae* Al. Br.). Meist größere Pflanzen von mehr oder weniger ausgesprochenem Xerophytencharakter, mit rosettenartig gruppierten wedelartigen Sprosssystemen, welche als homodrome Auszweigungen von einem in einer Schraubenlinie aufsteigenden sympodialen Rhizom sich erheben, welches bisweilen als solches gabelig verzweigt ist, wobei die Zweige sich entweder zu selbständigen Rosetten ausbilden oder aber miteinander emporwachsend gemeinsam die Rosette bilden, Blüten durchaus tetrastich, aufrecht oder etwas geneigt; Sporophylle in ganz normaler Kreuzstellung, gleichgestaltet, nur selten eine Verschiedenheit derselben angedeutet, indem die ventralen heller grün erscheinen. Makrosporen gelblich-weiß, schwefel- bis citronengelb, fast glatt, sehr fein grubig oder fein netzig, runzelig oder papillös höckerig und dann wie bestäubt erscheinend; Mikrosporen meist mennigrot, selten bräunlich hyalin und orangefarben, glatt oder, besonders an der abgerundeten Seite, mit warzenförmigen bis kurz köpfchenförmigen Höckern, welche bisweilen am Äquator größer und zu einem Kranze geordnet sind, dicht besetzt.

A. Wedelartige Verzweigungssysteme sitzend oder doch nur mit dorsiventral ausgebildetem Stielteil, B. überall verschieden gestaltet. — **Aa.** Seitenb. und Mittelb. nicht an der Basis schildförmig angewachsen. — **Aaα.** Seitenb. und Mittelb. rundlich eiförmig, überall mit weißem Rande. Die Mutterzellhülle der Mikrosporen bleibt erhalten; Makrosporen deutlich netzig-runzelig, citronengelb. — **AaαI.** Seitenb. und Mittelb. stumpf, ohne hyaline Borstenspitze: 55. *S. lepidophylla* (Hook. Grev.) Spring, (siehe Fig. 403); in Californien, Mexiko und Texas, angeblich auch in Peru. — **AaαII.** Seitenb. und Mittelb. mit schief gestellter hyaliner, sich später braun färbender Borstenspitze: 56. *S. novoleonensis* Hieron. n. sp. ist sehr nahe verwandt mit der vorhergehenden, aber robuster und unterscheidet sich auch durch die bis 5 mm breiten (Seitenb. eingeschlossen), dorsiventralen Sprossglieder; im mexikanischen Staate Nuevo-Leon. — **Aaβ.** Seitenb. eirund-sichelförmig, ohne Ohren an der Basis, überall mit weißem Rande, Mikrosporen frei, warzig, besonders am Äquator, von sehr verschiedener Größe, Makrosporen schwefelgelb, fast glatt: 57. *S. Emmeliana* Van Geert. Die älteren Rosetten dieser schönen decorativen Art werden durch gemeinsames Emporwachsen der sympodialen Rhizomauszweigungen gebildet, um welche sich die kurz gestielten, wedelartigen Sprosssysteme gruppieren. Es entsteht dadurch ein Scheinstämmchen, welches die Rosetten oben nach Art des Palmenschopfes trägt. Seitenb. spitzig, mit bis 0,08 mm langen Wimpern; Mittelb. lanzettlich, auch mit weißem Rand und Wimpern und mit $^3/_4$ der Spreite erreichender Grannenspitze. Die Art stammt angeblich aus Ecuador oder aus Mexiko und wurde vor etwa 15 Jahren in die europäischen Gewächshäuser eingeführt, wo sie jetzt sehr beliebt ist. — **Aaγ.** Seitenb. eirund oder länglich-eirund, mit Öhrchen an beiden Seiten der Basis und längeren Wimpern. — **AaγI.** Makrosporen hellschwefelgelb, fast glatt, sehr fein runzelig oder netzig; Mikrosporen frei, fast glatt, nur mit winzigen Erhöhungen; Seitenb. und Mittelb. mit hyaliner breiter Spitze nicht in ein Haar endigend: 58. *S. cuspidata* Link; Seitenb. mit bis 0,25 mm langen Wimpern an den Ohren und an der oberen Basis bis zur Mitte; von Cuba und Mexiko nach südamerikanisch Columbien und Venezuela verbreitet; var. *elongata* Spring in Venezuela unterscheidet sich durch längere unverzweigte, aber stets dorsiventral ausgebildete, stielartige Teile der wedelartigen Sprosssysteme. — **AaγII.** Makrosporen unter der Lupe fast glatt erscheinend, mit sehr winzigen, rundlichen Höckern (nicht netzig-runzelig), gelblich-weiß bis schwefelgelb; Mikrosporen frei, überall mit köpfchenförmigen oder unregelmäßig gestalteten, verhältnismäßig großen Höckern. B. mit Haarspitze. — **AaγII1.** Dorsiventrale Sprossglieder nicht über 3 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Haare an der Spitze der Blätter bis halb so lang als die Spreiten: 59. *S. pilifera* Al. Br. in Mexiko und Texas. — **AaγII2.** Dorsiventrale Sprossglieder bis 4 mm breit, Haare an der Spitze der B. meist fast so lang als die Blattspreiten: 60. *S. Pringlei* Bak. im mexikanischen Staate Chihuahua, auf Bergen. — **Ab.** Seitenb. und Mittelb. an der Basis vorgezogen, schildförmig angeheftet. — **Abα.** Seitenb. und Mittelb. mit starrer, bisweilen $^1/_2$ der Spreite an Länge übertreffender Borstenspitze; Makrosporen schwefelgelb, fast glatt mit sehr wenig erhabenen kleinen Erhöhungen; Mikrosporen frei, dicht mit feinen erhabenen Punkten besetzt: 61. *S. involvens* (Sw.) Spring, in Ostindien, China, Japan, Java und angeblich auch auf der Insel Bonin. — Nahe verwandt mit *S. involvens* sind 62. *S. tamariscina* (P. B.) Spring p. p. aus Ostindien, die durch schmälere dorsiventrale Zweige abweicht und nach Baker identisch sein soll mit 63. *S. Bryopteris* (L.) Bak. und 64. *S. Veitchii* Mac Nab, die vielleicht eine Kulturvarietät der letzteren mit weiter auseinander stehenden B. ist. — **Abβ.** Seitenb. und Mittelb. der oberen Zweige nur zugespitzt oder sehr kurz borstig, der unteren unverzweigten Teile der wedelartigen Sprosssysteme stets mit kurzen Borsten. — **AbβI.** Blüten bis $1^1/_2$ cm lang: 65. *S. convoluta* (Walk.

Arn.) Spring, mit etwas verschiedenen Sporophyllen (die ventralen blässer grün), mit schwefelgelben Makrosporen, welche wie mehlig bestäubt erscheinen und in Tetraden vereinigt bleibenden, aber aus der Mutterzellhülle befreiten, an der abgerundeten Seite fein grubig-netzigen Mikrosporen; in Brasilien und Paraguay. — Hierher gehört namentlich auch 66. *S. Orbigniana* Spring, die an felsigen Abhängen in Bolivien vorkommt und vielleicht von der vorhergehenden Art nicht zu trennen ist. — **Abβ II.** Blüten bis $2^1/_2$ cm lang: 67. *S. longispicata* Underw. in Felsritzen in Yucatan, deren Makro- und Mikrosporen unbekannt sind, ist vielleicht auch nicht spezifisch von *S. convoluta* zu trennen.

B. Wedelartige Verzweigungssysteme mit besonders ausgebildetem cylindrischen Stielteil, der regelmäßig gekreuzt stehende, gleichgroße und gleichgestaltete Schuppen trägt und bisweilen oberhalb verzweigt sein kann. — **Ba.** B. der dorsiventralen Sprossglieder stumpflich, oder nur ganz kurz weichspitzig; Makrosporen hell-schwefelgelb matt (nicht glänzend), glatt; Mikrosporen ganz kugelig, ohne Scheitelleisten, bräunlich-hyalin mit sehr feinen erhabenen, oft reihenweise gestellten Punkten besetzt: 68. *S. imbricata* (Forsk.) Spring, in Arabien, Abyssinien und im Zambesiland. — **Bb.** B. der dorsiventralen Zweige mit einer bisweilen $^1/_2$ der Spreite an Länge erreichenden Borstenspitze; Makrosporen citronengelb mit sehr feinen Erhöhungen, wie mehlig bestäubt; Mikrosporen orangefarben, überall mit halbkugeligen oder etwas köpfchenförmigen Höckern dicht besetzt: 69. *S. Stauntoniana* Spring (syn. *S. affinis* Milde, non Al. Br.), in Nordchina (östliche Mongolei) auf Hügeln.

§. 5. Gruppe der *S. Pervillei.* Sprosse von einem besonderen in der Erde kriechenden, sympodialen, mit Niederblättern besetzten Rhizom, welches sich als solches verzweigen und so der vegetativen Vermehrung dienen kann, aufsteigend, in ein unterhalb unverzweigtes (gestieltes), oberhalb wiederholt fiederig verzweigtes, fächerartig ausgebreitetes Verzweigungssystem ausgehend; Blüten tetrastich; Sporophylle gleichartig; Makrosporen weiß, gelblich-weiß oder hell- bis dunkelbraun, runzelig oder mit wulstigen oder kegelförmigen Höckern an der abgerundeten Seite besetzt; Mikrosporen bräunlich oder gelblich hyalin, mit köpfchen- oder warzenförmigen Höckern an der abgerundeten Seite besetzt. Schöne, verhältnismäßig große Arten.

A. Kriechendes Rhizom, sowie die aufrechten Schösslinge monostelisch. — **Aa.** St. gelblich-grün. — **Aaα.** St. fein und kurz abstehend behaart: 70. *S. Pervillei* Spring mit $^1/_2$ m hohen, im Umfang eirunden oder breiteirunden wedelartigen Verzweigungssystemen, an der Basis mit wenigen Wimpern versehenen, sonst kahlen Seitenb., gelblich-weißen, zwischen den Scheitelleisten fein höckerigen, sonst unregelmäßig höckerig-runzeligen Makrosporen, bräunlichen-hyalinen, zwischen den Scheitelleisten schwach höckerigen, sonst überall mit leicht abbrechenden köpfchenförmigen Höckern besetzten Mikrosporen; in Madagaskar und Bourbon. — **Aaβ.** Stengel in der Jugend mit steifen, mehr oder weniger angedrückten Haaren besetzt, später kahl: 71. *S. eublepharis* Al. Br. mit bis $^1/_2$ m hohem, im Umfange rhombisch-dreieckigem, gestieltem wedelartigem Verzweigungssystem, an der Basis mit mehreren Wimpern versehenen, sonst überall am Rande mit kurzen Haarzähnen besetzten Seitenb., weißen, zwischen den Scheitelleisten feinhöckerigen Makrosporen und zwischen den Scheitelleisten und an der abgerundeten Seite fein rundlich höckerigen, am Äquator mit größeren, kegel- oder köpfchenförmigen Höckern überall dicht besetzten Mikrosporen; in Deutsch-Ostafrika (Zanzibarküste, Usaramo). — **Ab.** St. wenigstens an der Basis rötlich oder rotbraun, in der Jugend kurz behaart, später kahl und meist glänzend: 72. *S. Vogelii* Spring (syn. *S. africana* Hort., *S. Dinklageana* Sadebeck), mit bis $^3/_4$ m hohen, im Umfange sehr breit eirunden, reich verzweigten, gestielten, wedelartigen Verzweigungssystemen, ganzrandigen, an der Basis unbewimperten Seitenb., hell- bis dunkelbraunen, zwischen den Scheitelleisten mit kleinen, sonst überall mit verhältnismäßig großen, kegelförmigen Höckern besetzten Makrosporen, gelblich-hyalinen, zwischen den Scheitelleisten fein-höckerigen, sonst überall mit großen, köpfchenförmigen Höckern besetzten Mikrosporen; im tropischen Westafrika von Kamerun bis Gabun. Die Spitzen der Sprosssysteme wachsen bisweilen in bis $^1/_4$ m lange dorsiventrale Peitschentriebe aus, welche sich an der Spitze bewurzeln und zu neuen Rhizomen umbilden können, auch können zufällig mit dem feuchten Boden in Berührung kommende Zweigspitzen sich direkt in Rhizome umbilden.

B. Kriechende Rhizome anfangs monostelisch, später bistelisch, die Stelen dorsal und ventral; die aufrechten Schösslinge monostelisch: 73. *S. Braunii* Bak. (*S. pubescens* Al. Br. non Spring), mit $^1/_2$ m hohen, im Umfange eirunden oder lanzettlichen, gestielten wedelartigen Sprosssystemen, strohgelbem, kurz behaartem St., mit breiter Basis ansitzenden Seitenb., gelblich-weißen, schwach runzelig-warzigen Makrosporen, gelben, mit schwachen, warzenförmigen Erhöhungen verzierten Mikrosporen; ist seit einem halben Jahrhundert in den

Gewächshäusern der botanischen Gärten in Kultur, stammt angeblich aus China und findet sich auch in Brasilien verwildert.

In diese Gruppe gehört wahrscheinlich auch 74. *S. fulcrata* (Ham.) Spring, welche nach Baker mit *S. Vogelii* verwandt sein soll und im östlichen Himalaya und den Gebirgen von Birma vorkommt.

§. 6. Gruppe der *S. arbuscula*. Aus kriechendem, wurzelndem, Ausläufer treibendem Grunde aufsteigende, unten stets unverzweigte (gestielte), oben mehr oder weniger fächerartig ausgebreitete wedelartige Sprosssysteme; stielartiger Teil derselben meist von der Basis an zusammengedrückt (pleurotrop), dorsiventral ausgebildet und mit deutlich in Seitenb. und Mittelb. geschiedenen B. besetzt; Blüten tetrastich oder etwas platystich; Sporophylle stets verschieden gestaltet, wenn auch meist nur wenig, bisweilen in deutlich verschobener Kreuzstellung und dann deutlich verschieden; Makrosporen weiß bis schwefelgelb, selten orangefarben mit stets nur sehr schwach ausgeprägten Verzierungen an der Basalseite (sehr fein und unregelmäßig runzelig oder netzig oder grubig); Mikrosporen mennigrot oder safrangelb, stets glatt; beide bieten wenig deutliche Unterschiede zur Unterscheidung der hierher gehörenden Arten. Meist kleinere bis 2, seltener bis 3 dm und darüber hohe Arten mit meist dunkelgrünem Laube, aus Amerika und Polynesien. Bei ein paar dem Habitus nach hierher gestellten Arten sind die Blüten nebst den Makro- und Mikrosporen noch unbekannt.

A. Seitenb. an der Spitze beiderseits mit kurzen Haarzähnchen besetzt. — **Aa.** Seitenb. an der oberen Basis mit kurzen, nicht über 0,045 mm langen Haarzähnchen besetzt. — **Aaα.** Seitenb. ohne vorspringende untere Basis. — **AaαI.** Seitenb. stumpf: 75. *S. californica* Spring, mit bis $1^1/_2$ dm hohen, wenig 1—2-fach fiederig verzweigten, mehr oder weniger lang gestielten Sprosssystemen, bis 2 mm breiten letzten Zweigen; in Californien. — **AaαII.** Seitenb. kurz zugespitzt: 76. *S. arbuscula* (Kaulf.) Spring, der vorigen nahe verwandt mit bis 2 dm hohen, reich und dicht bis 3-fach fiederig verzweigten wedelartigen Sprosssystemen, bis 3 mm breiten Zweigen letzter Ordnung; auf den Sandwichinseln. — **Aaβ.** Seitenb. mit vorgezogener, etwas an dem Stengel herablaufender, angewachsener, ohrartiger, abgerundeter unterer Basis: 77. *S. protracta* Warb. Blüten noch unbekannt, doch die Art der vorhergehenden sehr ähnlich, daher wohl hierher gehörig; auf der Marquisas-Insel Moho. — **Ab.** Seitenb. an der oberen Basis mit längeren Wimpern oder doch bis 0,15 mm langen Haarzähnen besetzt. **Abα.** Seitenb. mit langen, feinen, biegsamen Wimpern an der oberen Basis. — **AbαI.** Zweige letzter Ordnung bis $2^1/_2$ mm breit (Seitenb. eingeschlossen): 78. *S. leptoblepharis* Al. Br., Seitenb. mit bis 0,5 mm langen Wimpern, Mittelb. mit ebensolchen Wimpern und schmalem aus sklerotischen Zellen gebildetem Rande; bis 3 dm hohe, bis 3-fach fiederig verzweigte, langgestielte Sprosssysteme; im südamerikanischen Columbien. — **AbαII.** Letzte Zweige bis 4 mm breit (Seitenb. eingeschlossen): 79. *S. Haenkeana* Spring p. p. Seitenb. mit bis 0,3 mm langen Wimpern und schmalen, aus sklerotischen Zellen gebildetem Streifen an der oberen Basis, Mittelb. mit sklerotischen Rändern beiderseits und bis 0,1 mm langen Wimpern am Rande; in den Cordilleren Chiles. — Die von Spring unter diesem Namen aus Guiana angeführte Form unterscheidet sich von der chilenischen Art. — **Abβ.** Seitenb. mit bis 0,15 mm langen Haarzähnen an der oberen Basis. — **AbβI.** Zweige letzter Ordnung bis $2^1/_2$ mm breit (Seitenb. eingeschlossen): 80. *S. Hartwegiana* Spring; in südamerikanisch Columbien. — **AbβII.** Zweige letzter Ordnung bis 4 mm breit (Seitenb. eingeschlossen): 81. *S. Menziesii* Spring, auf den Sandwichinseln. — Nahe verwandt mit dieser und anscheinend durch Bastarde oder Übergangsformen mit derselben verbunden ist 82. *S. Springii* Gaud., ebenfalls auf den Sandwichinseln heimisch. Die typischen Formen der letzteren besitzen etwas spitzere und breitere Seitenb. und Mittelb., welche letzteren die Zweigachsen fast ganz bedecken.

B. Seitenb. an der Spitze ohne Haarzähne. — **Ba.** Seitenb. mit bis 0,08 mm langen Haarzähnen an der oberen Basis: 83. *S. Reineckei* Hieron. n. sp. große, bis über 3 dm hohe auffallende Art mit bis 4-fach fiederig verzweigten, wedelartigen Sprosssystemen; sehr deutlich verschieden gestalteten Sporophyllen und deutlich invers platystichen Blüten; in Samoa. — **Bb.** Seitenb. mit bis 0,25 mm langen Wimpern an der oberen Basis: 84. *S. firmula* Al. Br. ähnlich der vorhergehenden, ebenfalls mit deutlich verschieden gestalteten Sporophyllen und etwas invers platystichen Blüten; auf den Fidschi-Inseln, Neu-Irland und den Neu-Hebriden. — In die Gruppe der *S. arbuscula* gehört vielleicht auch 85. *S. scoparia* Christ aus Samoa, welche am Rande der Seitenb. und Mittelb. gar keine Haarzähne aufweist, deren Blüten aber unbekannt sind, und ferner folgende mir unbekannte Arten: 86. *S. breynioides* Bak. und 87. *S. hordeiformis* Bak. beide auf den Fidschi-Inseln, und 88. *S. Whitmei* Bak. in Samoa heimisch.

§. 7. Gruppe der *S. caulescens.* Sprosse aus niederliegendem, kriechendem Grunde sich erhebend und in ein unten unverzweigtes (gestieltes), oben wiederholt fiederig verzweigtes, wedelartiges Sprosssystem fächerartig sich ausbreitend, mit Ausläufern an der Basis (und bisweilen mit dem wedelartigen Sprosssystem gleichwertigen Innovationstrieben). Blüten tetrastich, Sporophylle meist durchaus gleichgestaltet, bisweilen die ventralen etwas chlorophyllarm; Seitenb. meist mit mehr oder weniger deutlichen Scheinnerven in der Epidermis der Aligularseite; Makrosporen weiß, bräunlich, rötlich oder gelblich weiß, entweder linsenförmig mit äquatorialem Flügelring oder tetraëdrisch kugelig, oft mit kleinem Krönchen um die Scheitelseite, an der Basalseite meist netzig oder unregelmäßig runzelig; Mikrosporen gelblich (selten rötlich) hyalin, in Masse orangefarben oder safrangelb, an der Basalseite mit köpfchen- oder kegelförmigen oder halbkugeligen, selten warzenförmigen Höckern bedeckt. (Bei einigen Arten sind die Makro- und Mikrosporen noch unbekannt.)

A. Ausläufer, untere Stengelteile und auch der untere Teil der rhachisartigen Hauptachse des wedelartigen Sprosssystems stielrund oder letztere doch nur wenig zusammengedrückt, mit gleichartigen Niederb. in normaler Kreuzstellung besetzt. — **Aa.** Mittelb. mit Scheinnerven und kurzer Grannenspitze, ohne aus sklerotischen Zellen gebildeten Rand; Makrosporen linsenförmig, gelblich oder bräunlich, mit äquatorialem Flügelring; Mikrosporen mit halbkugeligen oder kegelförmigen Höckern an der Basalseite: 89. *S. caulescens* (Wall.) Spring, seit vier Jahrzehnten in Kultur in den Gewächshäusern der botanischen Gärten befindliche, schöne Art mit bisweilen fast 1 m hohen Sprossen, welche im Umriss lanzettliche oder eiförmige wedelartige, bis 4-fach fiederig verzweigte Sprosssysteme und sehr lange Ausläufer aufweisen; in Ostindien, China, Japan und auf den Sunda-Inseln. — Nahe verwandte Formen sind: 90. *S. microstachya* Warb. mit enger zusammenstehenden Seitenzweigen 1. Ordnung und kleineren, schmäleren Blüten mit kürzeren Sporophyllen, auf der Philippineninsel Luzon. — 91. *S. striolata* Warb., der vorigen sehr ähnlich, aber durch die größeren und dickeren Blüten mit allmählich zugespitzten Sporophyllen, sowie durch die an der Basis kaum erweiterten Seitenb. und die etwas voneinander abstehenden Mittelb. zu unterscheiden, ebenfalls auf Luzon. — 92. *S. polyura* Warb. mit dünneren Ausläufern, wenig verzweigten, wedelartigen Sprosssystemen, deren Zweige 2. Ordnung unverzweigt sind oder nur 1—2 Seitenzweige 3. Ordnung aufweisen, oft langen, schwanzartigen Endfiederzweigen und sehr undeutlichen Scheinnerven der Seitenb. und Mittelb., ebenfalls auf den Philippinen, aber in Südmindanao. — **Ab.** Mittelb. ohne Scheinnerven, mit aus sklerotischen Zellen gebildetem Rand und mit langer Grannenspitze; Makrosporen unbekannt. — **Abα.** Seitenb. an der verbreiterten oberen Basis mit bis über 0,2 mm langen Wimpern, welche nach der Spitze zu an Größe abnehmen und in kurze Haarzähnchen übergehen, an der vorgezogenen Ecke der unteren Basis mit 0—4 Wimpern besetzt, Mittelb. am Rande überall mit Haarzähnchen: 93. *S. argentea* (Wall.) Spring, auf der Insel Pinang bei der Halbinsel Malaka; var. *rubescens* Hieron. mit rötlich angelaufenen St. u. B., in Siam. — **Abβ.** Seitenb. an der oberen Basis mit wenigen kurzen Haarzähnchen besetzt; Mittelb. nur an der länger zugespitzten Spitze mit ganz kurzen Haarzähnchen: 94. *S. distans* Warb. auf den Fidschi-Inseln.

B. Ausläufer und untere Stengelteile mehr oder weniger deutlich kantig oder gefurcht, goniotrop, Stiel der wedelartigen Sprosssysteme nicht oder nur wenig zusammengedrückt, oft auch die rhachisartige Hauptachse im unteren Teile nicht zusammengedrückt und nicht dorsiventral beblättert; Makrosporen anscheinend bei allen tatraëdrisch-kugelig ohne oder mit mehr oder weniger deutlichem Krönchen um die Scheitelseite (bei einigen sind dieselben noch unbekannt); Mikrosporen mit nadel- oder köpfchenförmigen, selten warzenförmigen Höckern an der abgerundeten Seite. — **Ba.** Seitenb. mit vorgezogenem, hyalinem Ohr an der oberen Basis. — **Baα.** Mittelb. mit kurzer Weichspitze. — **BaαI.** Seitenb. mit fast kreisförmigem, etwas verdicktem, fast rechtwinkelig abstehendem Ohr an der oberen Basis und abgerundetem, rechtwinkelig abstehendem, grünem Lappen an der unteren Basis: 95. *S. Presliana* Spring; Makrosporen etwas rötlich weiß, an der abgerundeten Seite fein netzig runzelig; Mikrosporen unbekannt; auf den Philippinen. — **BaαII.** Seitenb. mit nach der Achse zu gerichtetem, halbkreisförmigem, mit bis 0,15 mm langen Wimpern versehenem Ohr an der oberen Basis und mit meist mit einer Wimper versehener grüner Ecke an der unteren Basis: 96. *S. pteriphyllos* Spring; Makro- und Mikrosporen unbekannt; auf den Philippinen. — **Baβ.** Mittelb. mit bisweilen die Spreite an Länge erreichender Grannenspitze: 97. *S. Jagori* Warb., mit nach der Achse zu gerichtetem, zartem, halbkreisförmigem, mit bis 0,4 mm langen Wimpern versehenem Ohr an der oberen Basis und abgerundeter, mit 1—2 kürzeren Wimpern versehener unterer Basis der Seitenb.; dorsiventrale

Sprossglieder bis 6 mm lang (Seitenb. eingeschlossen); Blüten bis 1 cm lang, 2 mm breit; Makrosporen gelblich weiß, an der abgerundeten Seite unregelmäßig runzelig; Mikrosporen mit köpfchenförmigen Höckern an der abgerundeten Seite; bei Manila auf Luzon. — **Bb.** Seitenb. ohne deutliche Ohren an beiden Seiten der Basis, aber bisweilen mit vorgezogener, mehr oder weniger abgerundeter grüner Ecke an der unteren Basis. — **Bbα.** Mittelb. etwas schildförmig ansitzend mit sehr kurzem, abgerundetem, beiden Basen gemeinsamem, ohrartigem grünem Lappen: 98. *S. pulcherrima* Liebmann, Seitenb. mit breiten, bisweilen etwas unterbrochene Streifen bildenden, nicht durchscheinenden, daher nur an der Aligularseite sichtbaren Scheinnerven; Makrosporen weiß, an der abgerundeten Seite fein netzig runzelig, Mikrosporen an der abgerundeten Seite mit köpfchenförmigen Höckern; in Mexiko heimisch, seit kurzer Zeit in den Gewächshäusern der botanischen Gärten in Kultur. — **Bbβ.** Mittelb. herzförmig ansitzend, ohne besonders größeres äußeres Ohr. — **BbβI.** Zweige und St., letzterer, wenigstens in der Jugend, haarig: 99. *S. biformis* Al. Br. Seitenb. mit sehr wenig sichtbaren, aber doch vorhandenen Scheinnerven in der Epidermis der Aligularseite; Makrosporen gelblich weiß, überall fein runzelig, Mikrosporen mit großen köpfchenförmigen Höckern an der abgerundeten Seite; in Südchina, Birma, Manipur und auf Java. — **BbβII.** Zweige und St. unbehaart. — **BbβII1.** Seitenb. an der Spitze und an dem ganzen oberen Rande mit feinen Haarzähnen: 100. *S. Griffithii* Spring, Makrosporen weiß, an der abgerundeten Seite fein netzig runzelig, Mikrosporen mit stachel- bis köpfchenförmigen Höckern an der abgerundeten Seite; Merguiinseln bei Hinterindien. — **BbβII2.** Seitenb. am oberen Rande mit Ausnahme der ganzrandigen Spitze mit feinen Haarzähnen versehen. — * Seitenb. mit hyalinem, aus sklerotischen Zellen bestehendem, weißem oberen Rande, ausgenommen an der Spitze: 101. *S. brevipes* Al. Br. (syn. *S. Griffithii* Hort., non Spring) unterscheidet sich von der sehr ähnlichen *S. Griffithii* Spring auch durch die viel weniger deutlich sichtbaren, aber doch vorhandenen Scheinnerven der Seitenb., Makro- und Mikrosporen wie bei *S. Griffithii*; ist seit 40 Jahren in den Gewächshäusern der botanischen Gärten in Kultur und stammt vermutlich aus Südasien oder den Sundainseln. — ** Seitenb. überall mit schmalem, hyalinem, aus sklerotischen Zellen gebildetem Rande: 102. *S. Möllendorffii* Hieron. n. sp., bis $^1/_3$ m hohe Art mit im Umriss meist lanzettlichen, 3—4fach fiederig verzweigten wedelartigen Sprosssystemen, bis 4 mm breiten Sprossgliedern (Seitenb. eingeschlossen), 2 mm breiten, letzten Zweigen, ei-sichelförmigen, sehr spitzen, nur am oberen Rande mit Haarzähnen versehenen Seitenb., schief eirunden, in eine $^1/_2$ der Spreite erreichende Grannenspitze zugespitzten, am weißen Rande mit wenigen Haarzähnchen versehenen Mittelb.; Blüten kaum über 5 mm lang, $1^1/_2$ mm breit; Makrosporen gelblich weiß, an der abgerundeten Seite sehr schwach netzig runzelig, ohne Verbindungsleisten (Krönchen) an der Scheitelseite; Mikrosporen an der abgerundeten Seite mit kegel- bis köpfchenförmigen Höckern; in Südchina. — **Bbγ.** Mittelb. mit grünem, größerem äußerem Ohr. — **BbγI.** Mittelb. kurz zugespitzt ohne grannenartige Spitze. — **BbγII.** Seitenb. an der oberen Basis bis zur Mitte mit bis 0,1 mm langen Wimpern, ohne Scheinnerven: 103. *S. Pennula* (Desv.) Spring p. p.; Zweige letzter Ordnung 1—$1^1/_2$ mm breit (Seitenb eingeschlossen); Makrosporen weiß, überall unregelmäßig runzelig, Mikrosporen safrangelb, an der abgerundeten Seite mit köpfchenförmigen Höckern; auf der Insel Luzon. — 104. *S. cupressina* (Willd.) Spring p. p. nahe verwandt mit der vorhergehenden, unterscheidet sich durch breitere etwas kürzer an der oberen Basis bewimperte, an der unteren Basis nicht bewimperte Seitenb.; Makro- und Mikrosporen unbekannt; auf der Insel Bourbon. — **BbγI2.** Seitenb. an der oberen Basis bis zur Mitte mit bis 0,15 mm langen Wimpern, ohne Scheinnerven: 105. *S. anceps* Presl; Zweige letzter Ordnung 2 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. sehr spitz; Makrosporen gelblich weiß an der abgerundeten Seite fein netzig runzelig, Mikrosporen in Masse mennigrot, an der abgerundeten Seite mit kurz kegelförmigen Höckern besetzt; auf Luzon. — **BbγI3.** Seitenb. an der oberen Basis bis zur Mitte mit etwa 0,03 mm langen Haarzähnchen, mit deutlichen Scheinnerven: 106. *S. flabelloides* Warb., Zweige letzter Ordnung 2—4 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Makrosporen gelblich weiß mit Verbindungsleisten (Krönchen) an der Scheitelseite und netzig runzelig an der abgerundeten Basalseite; Mikrosporen an der abgerundeten Seite mit köpfchenförmigen Höckern; auf Luzon. — **BbγII.** Mittelb. mit kurzer, grannenartiger Spitze. — **BbγII1.** Seitenb. am ganzen oberen Rande mit deutlichen Haarzähnchen versehen: 107. *S. longipinna* Warb. mit breit eirunden Mittelb. und bis 4 mm breiten (die Seitenb. eingeschlossen) letzten Zweigen; Makrosporen gelblich weiß, überall unregelmäßig runzelig; Mikrosporen an der abgerundeten Seite mit kegel- bis köpfchenförmigen Höckern; in Queensland. — **BbγII2.** Seitenb. nur am unteren Teil des oberen Randes mit bis 0,08 mm langen Haarzähnen, an der Spitze ganz ohne solche. — * Mittelb. ohne aus sklerotischen Zellen gebildetem Rand und ohne Haarzähne am Rande (aber oft mit

bewimpertem Ohr): 108. *S. frondosa* Warb. Blüten bis 2 cm lang, 1 mm breit; Makrosporen ockergelblich weiß, an der abgerundeten Seite unregelmäßig runzelig, an der Scheitelseite mit Krönchenleisten; Mikrosporen safrangelb (in Masse), mit kegel- bis köpfchenförmigen Höckern an der abgerundeten Seite; auf den Nikobaren und in Sumatra. — ** Mittelb. mit deutlichem, aus sklerotischen Zellen gebildetem Rande und mit kurzen Haarzähnen an demselben: 109. *S. firmuloides* Warb. p. p. emend. Hieron. Blüten bis 3 cm lang, 2 mm breit, Sporophylle lang zugespitzt in eine Grannenspitze ausgehend; Makrosporen unbekannt; Mikrosporen mit kegelförmigen Höckern an der abgerundeten Seite; in Neucaledonien. — 110. *S. Jouani* Hieron. n. sp. (syn. *S. firmuloides* Warb. p. p.), Blüten dünner, höchstens 5 mm lang, Sporophylle kurz zugespitzt; die Art ist nahe verwandt mit der vorhergehenden und ebenfalls in Neu-Caledonien heimisch. Die Scheinnerven der drei letzten Arten sind oft unterbrochen und dann schwer zu erkennen. — **Bbγ II3.** Seitenb. nur am unteren Teil des oberen Randes mit bis 0,2 mm langen Wimpern: 111. *S. aenea* Warb. Zweige letzter Ordnung bis 2 mm breit (Seitenb. eingeschlossen), Seitenb. ohne deutliche Scheinnerven, Blüten bis 6 mm lang, Makrosporen gelblich weiß, an der abgerundeten Seite unregelmäßig runzelig, Mikrosporen safrangelb mit kurz köpfchenförmigen Höckern an der abgerundeten Seite; auf der Philippineninsel Mindanao. — **Bbγ II4.** Seitenb. (meist auch die Mittelb.) ganz ohne oder doch nur mit einzelnen verkümmerten Haarzähnchen: 112. *S. pentagona* Spring; letzte Zweige bis 4 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Scheinnerven der Seitenb. meist sehr wenig ausgebildet; Blüten $\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{2}$ cm lang; Makrosporen weiß mit orangefarbenem Inhalt, überall mit hohen warzenförmigen Höckern; Mikrosporen in Masse mennigrot, überall dicht mit warzenförmigen kleinen Höckern besetzt; in Ostindien anscheinend verbreitet. — **Bbγ III.** Mittelb. mit langer Grannenspitze. **Bbγ III1.** Seitenb. der Hauptachsen bis 3 mm lang, bis $1\frac{1}{2}$ mm an der Basis breit; die Zweige letzter Ordnung mit bis 0,045 mm langen Haarzähnen an der unteren Hälfte des oberen Randes: 113. *S. luzonensis* Hieron. n. sp., im Habitus ähnlich der *S. Pennula*, von der sie sich außer durch die Scheinnerven der Seitenb. durch die in eine lange Grannenspitze endenden Mittelb. unterscheidet; Makrosporen gelblich weiß, sehr fein netzig grubig, fast glatt, Mikrosporen mit stäbchen- bis köpfchenförmigen Höckern an der abgerundeten Seite; auf Luzon heimisch. — **Bbγ III2.** Seitenb. der Hauptachsen bis 5 mm lang, $2\frac{1}{2}$ mm an der Basis breit, die der Zweige letzter Ordnung mit sehr kurzen Haarzähnchen an der oberen Basis: 114. *S. nutans* Warb.; die Scheinnerven der Seitenb. sind oft nur an der Spitze dieser deutlich ausgebildet; Makrosporen unbekannt; Mikrosporen an der abgerundeten Seite mit kegelförmigen Höckern; auf Java. — **Bbγ III3.** Seitenb. der Hauptachsen bis 7 mm lang, $3\frac{1}{2}$ mm an der Basis breit, die Seitenb. der Zweige letzter Ordnung fast ohne Haarzähnchen: 115. *S. latifrons* Warb., schöne große Art; die Scheinnerven der Seitenb. sind oft etwas unterbrochen und daher bisweilen nicht deutlich sichtbar; Makrosporen gelblich weiß, überall runzelig, Mikrosporen an der abgerundeten Seite mit kegelförmigen Höckern; auf Luzon.

C. Stielartiger Stengelteil des wedelartigen Sprosssystems von der Basis an zusammengedrückt (pleurotrop) und mehr oder weniger deutlich dorsiventral ausgebildet, ebenso die rhachisartige Hauptachse des wedelartigen Sprosssystems; Makro- und Mikrosporen wie bei Abteilung **B.**, nicht von allen Arten bekannt. — **Ca.** Seitenb. am oberen Rande mit deutlich abgegrenztem, hyalinem, aus sklerotischen Zellen gebildetem Streifen von der Basis bis zur Mitte. — **Caα.** Seitenb. an der unteren Basis ohne vorspringende Ecke. — **CaαI.** Seitenb. am ganzen oberen Rande mit Haarzähnchen: 116. *S. albomarginata* Warb. mit bis 4 mm breiten Sprossgliedern (Seitenb. eingeschlossen); Makrosporen weiß, überall fein netzig runzelig, Mikrosporen rötlich hyalin, an der abgerundeten Seite mit köpfchenförmigen Höckern; in Neu-Guinea. — **CaαII.** Seitenb. an der Spitze meist ohne Haarzähne: 117. *S. nitens* Bak. Seitenb. mit sehr deutlichen Scheinnerven; Mittelb. mit kurzem äußerem Ohr; Makrosporen weiß mit hyalinem, fast äquatorialem Flügelring, an der abgerundeten Seite grob, bisweilen etwas netzig, runzelig, Mikrosporen an der abgerundeten Seite mit kegelförmigen Höckern; in Kamerun. — **Caβ.** Seitenb. an der unteren Basis mit vorspringender, ohrartiger, bewimperter Ecke: 118. *S. melanesica* Kuhn, mit kaum über 1 mm breiten letzten Zweigen (Seitenb. eingeschlossen), Makrosporen unbekannt, Mikrosporen safrangelb, an der abgerundeten Seite mit zerstreuten kegelförmigen Höckern; in Neu-Guinea. — **Cb.** Seitenb. ohne deutlich abgegrenzten aus sklerotischen Zellen bestehendem Streifen, aber weißlich gegen den oberen basalen Rand und nur mit wenigen winzigen Haarzähnchen an demselben und mit vorgezogener unbewimperter, abgerundeter Ecke an der unteren Basis: 119. *S. Novae Guineae* Hieron. n. sp. mit 4—5 mm breiten letzten Zweigen; Seitenb. länglich, stumpflich; Mittelb. elliptisch-sichelförmig, mit kurzem äußerem Ohr und kurzer Haarspitze; Blüten bis 2 cm lang, 4 mm breit; Sporophylle sehr spitz; Makrosporen unbekannt; Mikrosporen an der

abgerundeten Seite mit köpfchenförmigen Höckern; in Neu-Guinea. — In diese Gruppe gehören vermutlich noch folgende mir nicht bekannte Arten: 120. *S. Muelleri* Bak. und 121. *S. angustiramea* Müll. et Bak., beide in Neu-Guinea, und 122. *S. obesa* Bak. im Norden von Borneo heimisch.

§. 8. Gruppe der *S. flabellata*. Sprosse aus niederliegendem, kriechendem, Ausläufer treibendem Grunde sich erhebend und in ein unten unverzweigtes (gestieltes), oben mehrfach fiederig verzweigtes wedelartiges Sprosssystem

Fig. 404. *Selaginella umbrosa* Lem. — *A* Habitusbild einer ganzen Pfl. in nat. Gr. — *B* Endzweig mit Blüte von der Lichtseite gesehen. Vergr. 4/1. — *C* Endverzweigung von der Schattenseite gesehen. Vergr. 4/1. — *D* Zweigstück mit Seitenb. und Mittelb. von der Lichtseite gesehen. Vergr. 10/1. — *E* Zweigstück mit einem Seitenb. von der Schattenseite gesehen. Vergr. 10/1. — *F* Sporophyll mit Makrosporangium. Vergr. 10/1. — *G* Sporophyll mit Mikrosporangium. Vergr. 10/1. — *H* Makrosporen, die obere in Ansicht der abgerundeten Basalseite, die untere in schiefer Ansicht auf den Scheitel. Vergr. 75/1. — *J* Mikrosporen von den beiden Hauptseiten gesehen. Vergr. 300/1. (Alles Original.)

fächerartig sich ausbreitend; Blüten tetrastich oder undeutlich platystich ausgebildet; Sporophylle aber stets verschieden gestaltet, wenn auch bisweilen die Verschiedenheit wenig erkennbar ist; die ventralen sind stets chlorophyllarm und ziemlich gleichseitig, die dorsalen besitzen eine obere chlorophyllreiche größere und eine untere

(äußere) chlorophyllarme kleinere Halbseite; Seitenb. stets ohne Scheinnerven in der Epidermis der Aligularseite(Makrosporen weiß, gelblich-weiß oder hell-ockergelb, an der Basalseite fein netzig-grubig oder netzig-runzelig, Mikrosporen orangefarben oder safrangelb, seltener mennigrot oder hellgelblich, an der Basalseite mit kegel- oder köpfchenförmigen Höckern. Alles amerikanische Arten.

A. Stielartiger Teil des wedelartigen Sprosssystems und die Ausläufer rot. — **Aa.** Seitenb. an der oberen Basis mit bis 0,15 mm langen Wimpern besetzt. — **Aaα.** Seitenb. gegen die Spitze beiderseits mit kurzen Haarzähnchen besetzt, die der Hauptachse bis 3 mm lang: 123. *S. erythropus* (Mart.) Spring p. p., bis $^1/_4$ m hohe Pfl.; stielartiger Teil des wedelartigen Sprosssystems bereits unterhalb desselben dorsiventral beblättert; Makrosporen gelblich-weiß, an der Basalseite fein netzig-grubig; Mikrosporen mennigrot an der Basalseite mit köpfchenförmigen Höckern; in Brasilien, Ecuador und südamerikanisch Columbien. — **Aaβ.** Seitenb. am ganzen unteren Rande und gegen die Spitze zu am oberen Rande ohne Haarzähnchen; Seitenb. der Hauptachse bis 4 mm lang: 124. *S. umbrosa* Lemaire (syn. *S. erythropus* Spring p. p.), (siehe Fig. 404)., bis über $^1/_3$ m hohe Pfl.; stielartiger unterer Teil des wedelartigen Sprosssystems meist bis an dieses mit mehr gleichartigen Niederb. besetzt oder doch weniger deutlich dorsiventral ausgebildet; kräftiger als die vorhergehende Art; Makrosporen rein weiß, an der Basalseite schwach netzig-runzelig, Mikrosporen orangefarben, an der Basalseite mit köpfchenförmigen Höckern; unterscheidet sich von der vorhergehenden Art auch noch durch andere Kennzeichen; von Guatemala bis nach Panama verbreitet, aber auch auf der Insel Tabago, vermutlich daher auch in Venezuela und Guiana zu finden; seit 50 Jahren in Kultur in den Gewächshäusern der botanischen Gärten. — **Ab.** Seitenb. an dem ganzen oberen Rande mit sehr kurzen Haarzähnchen besetzt, am unteren ohne solche: 125. *S. haematodes* (Kunze) Spring, Pfl. noch kräftiger als die vorhergehende, bis über $^1/_2$ m hoch, Seitenb. an den Hauptachsen bis 7 mm lang; Sporen wie bei der vorhergehenden Art; von südamerikanisch Columbien und Venezuela bis nach Bolivien verbreitet; ebenfalls seit 50 Jahren in Kultur.

B. Stielartiger Teil des wedelartigen Sprosssystems und Ausläufer gelblich-grün gefärbt. — **Ba.** Seitenb. mit sehr kurzen Haarzähnchen am oberen Rande. — **Baα.** Seitenb. bis 4 mm lang, Blüten bis 1 cm lang, 1 mm dick: 126. *S. Wendlandii* Hieron. n. sp., schöne, große, bis $^1/_2$ m hohe Art, mit bis 3-fach fiederig verzweigten, fächerartigen Sprosssystemen; letzte Zweige $2^1/_2$—4 mm breit (Seitenb. eingeschlossen), oft gabelig geteilt; Makrosporen gelblich-weiß, überall fein netzig-runzelig, Mikrosporen orangefarben, mit kegelförmigen Höckern an der abgerundeten Seite; in Guatemala und Costarica. — **Baβ.** Seitenb. bis 7 mm lang, Blüten bis 3 cm lang, bis 2 mm dick: 127. *S. costaricensis* Hieron. n. sp., ebenfalls schöne große Art mit bis 3-fach fiederig verzweigten, im Umriss eirunden Sprosssystemen; letzte Zweige 5—6 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Makrosporen weiß, mit orangefarbenem Inhalt; an der Basalseite sehr fein netzig-grubig, ohne Verbindungsleisten an der Scheitelseite; Mikrosporen orangefarben mit kurz-kegelförmigen Höckern an der Basalseite; in Costarica. — **Bb.** Seitenb. mit längeren Wimpern oder doch bis 0,08 mm langen Haarzähnen an der unteren Hälfte des oberen Randes besetzt. — **Bbα.** Seitenb. an der oberen Hälfte des oberen Randes und am unteren Rande an der Spitze mit kleinen Haarzähnchen. — **BbαI.** Wimpern des breit vorgezogenen hyalinen unteren Teiles des oberen Randes der Seitenb. bis 0,4 mm lang (an den Seitenb. der Hauptachse): 128. *S. viticulosa* Klotzsch, bis $^1/_3$ m hohe Pfl. mit bis 4-fach fiederig verzweigten, eirunden Sprosssystemen; stielartiger Teil oberhalb dorsiventral ausgebildet; Makrosporen gelblich-weiß, fast glatt; Mikrosporen safrangelb, an der abgerundeten Seite mit kurz kegel- bis köpfchenförmigen Höckern; in Venezuela; seit 50 Jahren in Kultur in den Gewächshäusern der botanischen Gärten. — **BbαII.** Wimpern des schmalen, blassgrünen unteren Teiles des oberen Randes der Seitenb. kaum 0,15 mm lang: 129. *S. Lechleri* Hieron. n. sp. (syn. *S. anceps* Al. Br. p. p. non Presl), schöne robuste Art mit $^1/_2$ m hohen, fächerartig ausgebreiteten, bis 3-fach fiederig verzweigten Sprosssystemen, letzte Zweige 5—6 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); stielartiger Teil etwas zusammengedrückt; Makrosporen rein weiß, fast glatt; Mikrosporen safrangelb, an der abgerundeten Seite mit kegel- bis köpfchenförmigen Höckern; Makro- und Mikrosporangien an verschiedenen Pflanzen; in Peru. — **Bbβ.** Seitenb. an der oberen Hälfte des oberen Randes oder doch an der Spitze und am ganzen unteren Rande ohne Haarzähnchen: 130. *S. flabellata* (L.) Spring p. p., ähnlich der vorigen Art; letzte Zweige nur 3—4 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Makrosporen ockergelblich, an der abgerundeten Seite fein-grubig; Mikrosporen safrangelb mit kurz-kegelförmigen Höckern an der Basalseite; in Venezuela, südamerikanisch Columbien, Costarica und auf den westindischen Inseln verbreitet. — In diese Gruppe gehören vermutlich auch noch die mir nicht hinreichend bekannten oder unbekannten: 131. *S. amazonica* Spring im unteren Amazonasgebiet, 132. *S. coarctata* Spring in Brasilien,

133. *S. oaxacana* Spring in Mexiko, 134. *S. rionegrensis* Bak. in Brasilien, 135. *S. Wolfii* Sodiro in Ecuador heimisch.

§. 9. Gruppe der *S. magnifica*. Sprosse aus wurzelndem, unterirdischem Ausläufer treibendem Grunde aufsteigend, ein mehr oder weniger deutlich gestieltes oder auch ungestieltes, wedelartiges Sprosssystem bildend, entweder mehr gabelig oder meist nur 1- bis 2-fach, bisweilen nur 1-fach, seltener bis bis 3- oder gar 4-fach fiederig sparsam verzweigt. B. an den unterirdischen Teilen gleich gestaltet oder fast gleich gestaltet, in normaler Kreuzstellung, an den oberirdischen überall verschieden gestaltet und die verhältnismäßig breiten Sprossglieder dorsiventral ausgebildet. Blüten tetrastich; Sporophylle gleichgestaltet, doch die ventralen bisweilen etwas heller-grün; Makrosporen gelblich-weiß, an der abgerundeten Seite fein netzig oder runzelig; Mikrosporen schmutzig orangefarben bis safrangelb, an der Basalseite mit gestielten köpfchenförmigen, selten kegelförmigen Höckern; beide nicht bei allen Arten bekannt; große schöne, decorative Arten. Die Gruppe schließt sich eng an die vorhergehenden an.

A. Seitenb. mit Scheinnerven in der Epidermis der Aligularseite: 136. *S. similis* Kuhn, bis $^1/_2$ m hohe Art; Sprosssystem bis 3-fach fiederig; Sprossglieder bis 1 cm breit (Seitenb. bis 5 mm lang eingeschlossen), Blüten 1—$1^1/_2$ cm lang, c. 2 mm dick; in Neu-Guinea.

B. Seitenb. ohne Scheinnerven. — **Ba.** Dorsiventrale Sprossglieder bis $1^1/_2$—2 cm breit (Seitenb. eingeschlossen). — **Baα.** Seitenb. bis 8 mm lang, stumpf, am oberen Rande bis zur Mitte und an der unteren Basis mit bis 0,4 mm langen Wimpern: 137. *S. magnifica* Warb. Blüten $1^1/_2$—$3^1/_2$ cm lang, 3 mm dick; vermutlich auch bis $^1/_2$ m hohe, schöne Art mit 1—2-fach fiederig verzweigten, kurz gestielten Sprosssystemen; auf der Philippineninsel Mindanao. — **Baβ.** Seitenb. bis etwas über 1 cm lang, an dem oberen Rande und am unteren gegen die Spitze zu mit ganz kurzen (kaum über 0,04 mm langen) Haarzähnchen. — **BaβI.** Mittelb. sehr ungleichseitig: 138. *S. speciosa* Al. Br.; Sprossglieder bis 2 cm breit, Blüten 1—3 cm lang, 3 mm dick; der vorhergehenden sehr ähnliche schöne Art, von welcher leider nur Fragmente vorliegen, die aber wohl sicher hierher gehören dürfte; in südamerikanisch Columbien. — **BaβII.** Mittelb. gleichseitig: 139. *S. chrysoleuca* Spring; Sprosse 1-fach fiederig verzweigt; Sprossglieder bis $1^1/_2$ cm breit, Blüten 1—$2^1/_2$ cm lang, 3 mm dick, stehen lateral an den Zweigen; Mikrosporen safrangelb mit kegel- bis köpfenförmigen Höckern; in Peru. — **Bb.** Dorsiventrale Sprosse nicht über 12 mm breit (Seitenb. eingeschlossen). — **Bbα.** Seiten- und Mittelb. am Rande nur mit kurzen Haarzähnen oder doch nicht über 0,1 mm langen Wimpern an der oberen, resp. äusseren Basis. — **BbαI.** Mittelb. ohne aus sklerotischen Zellen gebildeten Randstreifen: 140. *S. grandis* Moore; wedelartige Sprosssysteme verhältnismäßig kurz gestielt, wiederholt gabelig verzweigt; Seitenb. bis 6 mm lang, länglich sichelförmig, Blüten bis 4 cm lang, 3 mm dick; Makro- und Mikrosporen unbekannt; in Borneo. — **BbαII.** Mittelb. mit aus sklerotischen Zellen gebildetem, schmalem Streifen am Rande: 141. *S. latifolia* Spring; wedelartige Sprosssysteme sparsam meist nur 2-fach, am Grunde bis 3-fach fiederig verzweigt, Spitzen der Fiederzweige 1. und 2. Ordnung sehr verlängert; Seitenb. schief eirund, stumpflich; Blüten bis 5 cm lang, 3 mm dick; in Ceylon. — **Bbβ.** Seitenb. am oberen Rande, bisweilen bis zur Mitte und an der unteren Basis mit bis 0,4 mm langen Wimpern, Mittelb. ebenso mit etwas kürzeren an der äusseren Basis: 142. *S. Sprucei* Al. Br., wedelartige Sprosssysteme meist nur 2-fach, nur am Grunde bis 3-fach fiederig verzweigt; Seitenb. länglich-eirund, stumpf, am oberen vorgezogenen Rande bis fast zur Mitte breit hyalin; Blüten unbekannt; in Ecuador.

§. 10. Gruppe der *S. decipiens*. Sprosse aus niederliegendem, Ausläufer treibendem, kriechendem Grunde sich erhebend und in ein unten unverzweigtes (gestieltes), oben wiederholt fiederig verzweigtes (im Umriss lanzettliches oder eirundes), wedelartiges Sprosssystem sich ausbreitend. Blüten deutlich platystich; Sporophylle durchaus verschieden gestaltet; Makrosporen gelblich-weiß mit leicht abfallenden, warzenförmigen Höckern besetzt, Mikrosporen orangefarben, überall mit kleinen, warzenförmigen Höckern bedeckt. — Die einzige hierher gehörende Art: 143. *S. decipiens* Warb. findet sich in Ostindien (Khasia), hat habituell große Ähnlichkeit mit *S. pentagona* und stimmt mit dieser auch bezüglich der Beschaffenheit der Makro- und Mikrosporen überein, unterscheidet sich aber durch die deutlich platystichen Blüten wesentlich. Vielleicht ist die Art identisch mit der mangelhaft beschriebenen, mir unbekannten 144. *S. Hookeri* Bak. aus Khasia.

§. 11. Gruppe der *S. radiata*. Zartere, nicht über 2 dm hohe Kräuter, meist mit von der Basis an verzweigten, seltener unten unverzweigten (gestielten),

überall dorsiventral ausgebildeten, aus kriechender Basis schief aufsteigenden, wedelartigen, wiederholt fiederig verzweigten Sprosssystemen mit Ausläufern an der Basis, welche mit mehr oder weniger gleichartigen B. besetzt sind. Blüten wagrecht, etwas geneigt oder etwas aufsteigend, noch tetrastich oder mehr oder weniger deutlich platystich; Sporophylle bisweilen nur wenig, aber doch stets verschieden, oft ziemlich gleich groß (selten die ventralen etwas größer), in normaler oder mehr oder weniger verschobener Kreuzstellung; Makrosporen weiß, rötlich oder gelblichweiß, schwefel- bis orangegelb; Mikrosporen mennigrot oder orangefarben, glatt oder an der abgrundeten Seite mit warzenförmigen oder mit kegel- bis köpfchenförmigen Höckern verziert. Größtenteils amerikanische Arten, nur 1 davon aus dem tropischen Westafrika, 1 von den Sandwichinseln.

A. Mikrosporen glatt. — **Aa.** Mittelb. mit deutlichem äußerem Ohr. — **Aaα.** Seitenb. mit bis 0,18 mm langen Wimpern: 145. *S. radiata* (Aubl.) Al. Br. (syn. *Lycopocum ciliatum* Willd.); Pfl. 1—2 dm hoch, 1—3-fach fiederig verzweigt, Sprossglieder bis 4 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); verbreitet in Costarica und Guyana bis nach dem Norden von Argentinien. — **Aaβ.** Seitenb. mit sehr kurzen Haarzähnen am Rande: 146. *S. parvula* Hillebr.; Pfl. bis 1 dm hoch, 1—2-fach fiederig verzweigt, Sprossglieder bis $2^1/_2$ mm breit (Seitenb. eingeschlossen); auf den Sandwichinseln. — **Ab.** Mittelb. ohne oder doch nur mit ganz rudimentärem äußerem Ohr. — **Abα.** Seitenb. zugespitzt: 147. *S. Moritziana* Spring (*S. Moritziana α normalis* Al. Br.); Pfl. bis 12 cm hoch, 1—2-fach fiederig verzweigt, Sprossglieder bis 4 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Blüten bis 6 mm lang; in Venezuela. Von dieser Art unterscheidet Al. Braun folgende Varietäten: β. *conferta*, γ. *laxa*, δ. *elongata*, ε. *pseudopoda* in Venezuela und var. *suberecta* in Costarica, welche in Zukunft vielleicht als besondere Arten zu betrachten und genauer zu untersuchen sind. — **Abβ.** Seitenb. stumpflich: 148. *S. tucumanensis* Hieron.; Pfl. nicht über 4 cm hoch, 1—2-fach fiederig verzweigt, Sprossglieder bis 4 mm breit; Blüten kaum 2 mm lang; in den Gebirgen von Tucuman, Argentinien.

B. Mikrosporen an der abgerundeten Seite mit warzenförmigen Höckern bedeckt. — **Ba.** Mittelb. mit deutlichem äußerem Ohr: 149. *S. increscentifolia* Spring, sehr ähnlich der *S. radiata* und vielleicht nur als Varietät von diesen zu betrachten, von Costarica bis Peru und Bolivien verbreitet. — **Bb.** Mittelb. ohne deutliches äußeres Ohr: 150. *S. bulbillifera* Bak., ebenfalls ähnlich der *S. radiata*, aber an der Basis mehr niederliegend; zeichnet sich durch das Vorkommen von Bulbillen sowohl an den sterilen wie den fertilen Sprossenden aus, befindet sich seit einem halben Jahrhundert in Kultur in den Gewächshäusern der botanischen Gärten und stammt vermutlich aus Venezuela. — 151. *S. mollis* Al. Br. ist ebenfalls sehr ähnlich der *S. radiata* und von derselben durch mehr zugespitzte Seitenb. zu unterscheiden; in den Gebirgen der Provinz Ocana, Venezuela.

C. Mikrosporen an der abgerundeten Seite mit zerstreut stehenden, kegel- bis köpfchenförmigen Höckern besetzt. — **Ca.** Seitenb. ohne Scheinnerven in der Epidermis der Aligularseite. — **Caα.** Mittelb. mit deutlichem äußerem Ohr: 152. *S. porelloides* (Lam.) Spring; Pfl. bis $1^1/_2$ dm hoch, 1—2-fach fiederig verzweigt; Seitenb. länglich-eirund, kurz zugespitzt, mit bis 0,14 mm langen Wimpern an der oberen Basis; auf Santo Domingo. — **Caβ.** Mittelb. ohne deutliches äußeres Ohr. — **CaβI.** Mittelb. lanzettlich mit über $^1/_2$ der Spreite an Länge erreichender Grannenspitze: 153. *S. albonitens* Spring; Pfl. nicht über 1 dm hoch, 1—2-fach fiederig verzweigt, Seitenb. länglich-elliptisch, kurz zugespitzt, mit bis 0,06 mm langen Haarzähnen an der oberen Basis; Blüten 5 mm lang; auf den westindischen Inseln verbreitet. — **CaβII.** Mittelb. eiförmig in eine Haarspitze kurz zugespitzt: 154. *S. laxiflora* Bak.; Pfl. bis 3 dm hoch, bis 3-fach fiederig verzweigt, Seitenb. eiförmig stumpf mit kurzer Haarspitze, an der oberen Basis mit 0,06 mm langen Haarzähnen, Blüten kaum 2 mm lang; an Felsen in den Gebirgen von Portorico. — **Cb.** Seitenb. mit mehr oder weniger deutlichen Scheinnerven in der Epidermis der Aligularseite: 155. *S. versicolor* Spring; Pfl. bis $1^1/_2$ dm hoch, bis 3-fach fiederig verzweigt, Seitenb. unten glänzend, schief-eiförmig, stumpflich, mit bis 0,05 mm langen Haarzähnen am oberen Rande, Mittelb. verkehrt eiförmig, mit bis $^1/_2$ der Spreite übertreffender Grannenspitze, kurzem Ohr an der äußeren Basis und kurzen Haarzähnen am Rande; Blüten bis $^1/_2$ cm lang, ventrale Sporophylle chlorophyllärmer und größer, aber gleichseitig wie die dorsalen; im tropischen Westafrika vom Senegal bis nach Angola weit verbreitet.

In die Verwandtschaft der *S. radiata* gehört nach Sodiro 156. *S. Lizarzaburui* Sod. in Ecuador heimisch.

§. 12. Gruppe der *S. myosuroides*. Zartere, $^1/_2$—2 dm hohe Kräuter. Sprosse aus aufsteigender oder kurz liegender, wurzelnder Basis aufrecht, meist von unten an 1—3-fach fiederig verzweigte, überall dorsiventral ausgebildete

ungestielte oder etwas gestielte Verzweigungssysteme bildend, mit Ausläufern an der Basis, welche gleichgestaltete oder fast gleichgestaltete Niederb. in normaler oder etwas gestörter Kreuzstellung aufweisen; Blüten stets sehr deutlich platystich; Sporophylle sehr verschieden und in deutlich verschobener Kreuzstellung; Makrosporen gelblich-weiß bis schwefelgelb, mit verschiedenartigen Verzierungen; Mikrosporen mennigrot, seltener orangefarben, glatt oder warzig höckerig. Alles altweltliche Arten.

A. Mikrosporen glatt, Seitenb. am oberen Rande bis zur Mitte mit bis 0,25 mm langen Wimpern, Mittelb. mit deutlichem äußerem Ohr: 157. *S. myosuroides* (Kaulf.) Spring; Sprossglieder bis 4 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); bei Manila auf Luzon.

B. Mikrosporen warzig; Seitenb. mit kaum 0,03 mm langen Haarzähnchen, Mittelb. ohne Ohr, aber an der äußeren Seite etwas herablaufend. — **Ba.** Mittelb. mit $^1/_2$ der Spreite erreichender oder übertreffender Grannenspitze. — **Baα.** Pfl. 1—3-fach fiederig; Sprossglieder bis 6 mm breit (Seitenb. eingeschlossen). — **BaαI.** Seitenb. ei-lanzettlich, Mittelb. eirund: 158. *S. abyssinica* Spring; Pfl. bis fast 2 dm hoch, letzte Zweige 3 mm breit; in Abyssinien und Deutsch-Ostafrika. — **BaαII.** Seitenb. länglich elliptisch, Mittelb. lanzettlich: 159. *S. Magnusii* Hieron. n. sp.; Pfl. 1—$1^1/_2$ dm hoch, 1—3-fach fiederig verzweigt, letzte Zweige meist ungeteilt, bis $3^1/_2$ mm breit; Seitenb. länglich-elliptisch, kurz zugespitzt, an der unteren Basis etwas herablaufend, an beiden Rändern mit kaum 0,03 mm langen Haarzähnchen; Mittelb. lanzettlich mit $^1/_2$ der Spreite erreichender Grannenspitze, am Rande mit bis 0,04 mm langen Haarzähnchen besetzt; Blüten 3 mm lang, $2^1/_2$ mm breit; Makrosporen schwefelgelb, fast glatt; Mikrosporen mennigrot; in Centralmadagaskar. — **Baβ.** Pfl. nur 1—2-fach fiederig verzweigt, kaum $^1/_2$ dm hoch, Sprossglieder bis $4^1/_2$ mm breit (Seitenb. eingeschlossen). — 160. *S. Goetzei* Hieron. ähnlich den vorhergehenden, aber viel kleiner, letzte Zweige nur $1^1/_2$ mm breit, Seitenb. und Mittelb. kleiner, Blüten etwas länger, aber nur $1^1/_2$ mm breit; im Ukinga-Gebirge in Deutsch-Ostafrika. — **Bb.** Mittelb. mit kaum $^1/_4$ der Spreite erreichender Grannenspitze: 161. *S. Preussii* Hieron. n. sp.; Pfl. bis $1^1/_2$ dm hoch, 1—3-fach fiederig verzweigt; letzte Zweige ungeteilt oder gabelig geteilt, bis $2^1/_2$ mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. etwas ungleichseitig, eirund, zugespitzt, am oberen Rande mit zahlreicheren, am unteren mit wenigen, kaum 0,03 mm langen Haarzähnchen; Mittelb. schmal, eiförmig, mit kurzer, kaum $^1/_4$ der Spreite an Länge erreichender Grannenspitze, wenigen kurzen Haarzähnchen am Rande; Blüten bis 4 mm lang, kaum 2 mm breit; Makrosporen schwefelgelb, mit sehr kleinen, papillenartigen Höckern an der abgerundeten Seite dicht besetzt; Mikrosporen orangefarben; in Kamerun.

§. 13. Gruppe der *S. flagellata*: Zarte kriechende, überall wurzelnde Arten; Sprosse überall dorsiventral ausgebildet, meist mehr fiederig, seltener auch gabelig verzweigt; vegetative Vermehrung außer durch Absterben der älteren Sprossglieder und dadurch erfolgende Vereinzelung der jüngeren auch noch durch peitschentriebartige Verlängerungen der Hauptachsen, bisweilen auch der Seitenzweige 1. Ordnung; an den Spitzen dieser Verlängerungen bilden sich bisweilen Bulbillen; Blüten bei allen nicht sehr deutlich platystich, doch die Sporophylle stets ungleichartig, aber oft gleich groß; Makrosporen rötlich oder gelblich weiß, schwefelgelb oder orangefarben, unregelmäßig oder netzig runzelig; Mikrosporen orangefarben, mennigrot bis braunrot mit meist kegel- bis köpfchenförmigen Höckern an der abgerundeten Seite sparsam besetzt, seltener glatt.

A. Seitenb. ohne Scheinnerven. — **Aa.** Mikrosporen glatt: 162. *S. porphyrospora* Al. Br. in Mexiko. — Ab. Mikrosporen an der abgerundeten Seite mit kegel- bis köpfchenförmigen Höckern zerstreut besetzt. — **Abα.** Haarzähne am oberen Rande der Seitenb. kaum bis 0,06 mm lang. — **AbαI.** Seitenb. länglich elliptisch, stumpflich, Mittelb. verkehrt eiförmig mit Grannenspitze: 163. *S. cladorhizans* Al. Br. in den Gebirgen Venezuelas. — **AbαII.** Seitenb. länglich eirund, zugespitzt; Mittelb. lanzettlich mit Grannenspitze: 164. *S. flagellata* Spring von Guatemala nach französisch Guayana verbreitet. — 165. *S. ambigua* Al. Br. aus Venezuela halte ich für kaum verschieden von der vorhergehenden. — **Abβ.** Wimpern am oberen Rande der Seitenb. bis 0,25 mm und bisweilen sogar bis 0,3 mm lang. — **AbβI.** Seitenb. länglich-elliptisch, Mittelb. lanzettlich mit Haarspitze: 166. *S. conferta* Bak. in den Gebirgen Cubas. — **AbβII.** Seitenb. eirund oder eirund-lanzettlich. — **AbβII1.** Seitenb. eirund stumpf, Mittelb. eirund mit Haarspitze: 167. *S. plagiochila* Bak. in den Gebirgen von Cuba und Portorico. — **AbβII2.** Seitenb. ei-lanzettlich, zugespitzt. — * Mittelb. eirund mit langer, $^1/_2$ der Spreite an Länge übertreffender Grannenspitze: 168. *S. cordifolia* (Desv.) Spring, in den Gebirgen von Portorico. — ** Mittelb. mit kurzer, etwa $^1/_{10}$ der Spreite an Länge erreichender Grannenspitze:

169. *S. patula* (Sw.) Spring in Jamaica. — 170. *S. sarmentosa* Al. Br. steht der vorigen sehr nahe, unterscheidet sich durch kräftigere, breitere letzte Zweige, größere und breitere Seitenb. und durch meist fast glatte, nur bisweilen mit sehr wenigen niedrigen, kegelförmigen Höckern an der abgerundeten Seite besetzte Mikrosporen; ist seit fast einem halben Jahrhundert in den Gewächshäusern der botanischen Gärten in Kultur und stammt angeblich von den westindischen Inseln.

B. Seitenb. mit Scheinnerven in der Epidermis der Aligularseite: 171. *S. binervis* Liebm., deren Blüten nicht genügend bekannt, und deren Makro- und Mikrosporen unbekannt sind, gehört wohl hierher.

In diese Gruppe gehört vermutlich noch 172. *S. reptans* Sodiro aus Ecuador.

§. 14. Gruppe der *S. radicata*: Bogig niederliegende und nur an den den Boden berührenden Stellen wurzende Arten; Sprosse überall dorsiventral ausgebildet, an der Basis bisweilen gabelig, oberhalb stets wiederholt fiederig verzweigt;

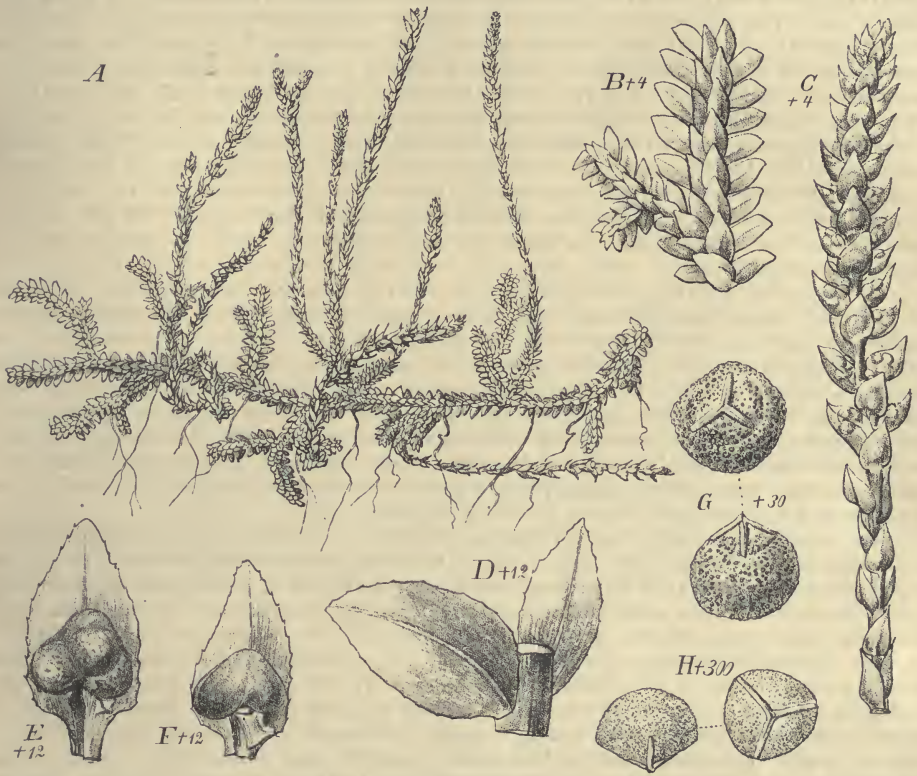


Fig. 405. *Selaginella helvetica* (L.) Link. — *A* Habitusbild eines Teiles einer Pfl. in nat. Gr. — *B* Habitusbild einer Verzweigung aus dem vegetativen Teile einer Pfl. Vergr. 4/1. — *C* Blüte mit einem Teil des sogenannten Stieles (sterilen Teils der Blüte). Vergr. 4/1. — *D* Zweigstück mit Seitenb. und Mittelb. von der Schattenseite gesehen. Vergr. 12/1. — *E* Sporophyll mit Makrosporangium, *F* Sporophyll mit Mikrosporangium von innen gesehen. Vergr. 12/1. — *G* Makrosporen in verschiedenen Lagen. Vergr. 30/1. — *H* Mikrosporen in verschiedenen Lagen. Vergr. 300/1. (Alles Original.)

vegetative Vermehrung außer durch Absterben der älteren Sprossglieder und dadurch erfolgende Vereinzelung der jüngeren durch peitschentriebartige stets dorsiventral ausgebildete meist etwas verzweigte Verlängerungen der Hauptachsen; Blüten sehr wenig deutlich platystich, Sporophylle wenig, aber doch verschiedenartig; Makrosporen gelblich weiß bis schwefelgelb, fast glatt oder unregelmäßig runzelig; Mikrosporen orangefarben oder mennigrot mit warzenförmigen oder kurz kegel- bis köpfchenförmigen Höckern.

A. Mikrosporen mennigrot mit warzenförmigen Höckern; letzte Zweige bis 4 mm breit: 173. *S. radicata* (Hook. Grev.) Spring; Seitenb. mit bis 0,15 mm langen Wimpern an beiden Basen; dorsale Sporophylle etwas kleiner; Makrosporen schwefelgelb, fast glatt; in Vorder- und Hinterindien.

B. Mikrosporen orangefarben, an der abgerundeten Seite mit kurz kegel- bis kurz köpfchenförmigen Höckern zerstreut besetzt: 174. *S. hirticaulis* Warb. (syn. *S. cupressina* Spring p. p.); Seitenb. mit wenig deutlichen Scheinnerven, mit bis 0,09 mm langen Wimpern nur an der oberen Basis; Sporophylle ungefähr gleich groß, die dorsalen ein wenig ungleichseitig; Makrosporen gelblich weiß, mit unregelmäßig runzeligen Höckern überall bedeckt; auf der Insel Luzon. — Wahrscheinlich gehören in diese Gruppe auch die beiden von Baker in sein Subgenus *Homostachys* gestellten Arten, welche mir unbekannt sind: 175. *S. ciliaris* (Retz.) Spring excl. syn. aus Ceylon und 176. *S. pallidissima* Spring, welche im centralen Himalaya bis 3000 m hoch hinaufsteigt. Beide zeichnen sich wie *S. radicata* dadurch aus, dass die ventralen Sporophylle größer sind als die dorsalen.

§. 15. Gruppe der *S. helvetica*: Kriechende, niederliegende, überall wurzelnde, an der Basis mehr gabelig, oberhalb mehr wiederholt fiederig verzweigte Pflanze mit überall dorsiventral ausgebildeten Sprossgliedern; vegetative Vermehrung nur durch Absterben der älteren Sprossgenerationen und dadurch erfolgende Vereinzelung der jüngeren. Blüten tetrastich, gestielt (der Blütenstiel kann als steriler Teil der Blüte betrachtet werden, da die in Kreuzstellung an demselben stehenden Bracteen durchaus den Sporophyllen entsprechen); Sporophylle durchaus gleichartig und gleichgroß in normaler Kreuzstellung; Makrosporangien in den Achseln der Sporophylle des unteren Teiles der Blüten, Mikrosporangien in den Achseln der Sporophylle des oberen Teiles der Blüte; Makrosporen schwefel- bis orangegelb, fein papillenartig höckerig, gleichsam mehlig bestäubt erscheinend; Mikrosporen safrangelb, völlig glatt.

177. *S. helvetica* (L.) Link. Bisher einziger Repräsentant der Gruppe. Die Art ist weit verbreitet in den Gebirgen Centraleuropas von den Pyrenäen bis zum Kaukasus, in Persien, Nordchina und in Japan.

§. 16. Gruppe der *S. microphylla*: Niederliegende, kriechende, überall wurzelnde, meist mehr fiederig als gabelig verzweigte, kleine Arten von xerophytischem Charakter; Sprosse überall dorsiventral ausgebildet; Seitenb. und Mittelb. ähnlich und fast gleich groß; vegetative Vermehrung nur durch Absterben der älteren Sprossglieder und dadurch erfolgende Vereinzelung der jüngeren; Blüten tetrastich, wagrecht oder aufsteigend; Sporophylle fast gleichartig, gleichgroß oder die dorsalen kleiner, die ventralen chlorophyllärmer; Makrosporangien in den Achseln der unteren oder der ventralen Sporophylle; Makrosporen gelblich oder citronengelb mit höckerigem, äquatorialem Ring, fein netzig runzelig; Mikrosporen mennigrot, an der abgerundeten Seite mit warzenförmigen Höckern oder etwas netzig runzelig.

A. Seitenb. und Mittelb. ohne weißen Rand: 178. *S. microphylla* (Kunth) Spring; Seitenb. breit eiförmig, Mittelb. mit bis 0,09 mm langen Wimpern an den Ohren, Mikrosporen an der abgerundeten Seite mit kurz kegelförmigen Höckern; sonst der folgenden sehr ähnlich; weit verbreitete Art in Mittel- und Südamerika von Guatemala, Columbien und Venezuela nach Ecuador, Bolivien, Argentinien, Brasilien und Uruguay.

B. Seitenb. und Mittelb. mit weißem, aus sklerotischen Zellen gebildetem Rande: 179. *S. Carioi* Hieron. n. sp.; Seitenb. schief elliptisch, stumpf, herzförmig ansitzend mit hyalinem längeren oberen und kürzerem, grünem unteren Ohr, am oberen Ohr und am oberen Rande mit einigen bis 0,15 mm langen Wimpern und kurzen Haarzähnen am unteren Rande und beiderseits an der Spitze; Mittelb. breit eiförmig mit Borstenspitze, mit äußerem und innerem Ohr, an den Ohren mit bis 0,24 mm langen, an beiden Rändern mit kürzeren Wimpern und Haarzähnen besetzt; Blüten aufsteigend, bis 6 mm lang, $1^1/_2$ mm breit; Makrosporangien an der Basis; Makrosporen gelblich, überall fein netzig runzelig; in Guatemala.

§. 17. Gruppe der *S. Douglasii*: Niederliegende, kriechende, überall wurzelnde, an der Basis mehr gabelig, oberhalb meist fiederig verzweigte Arten, von mehr xerophytischem Charakter; Sprosse überall dorsiventral ausgebildet; vegetative Vermehrung nur durch Absterben der alten Sprossglieder und dadurch erfolgende Vereinzelung der jüngeren; Blüten tetrastich, wagrecht oder aufsteigend; Sporophylle gleichartig oder etwas verschiedengestaltet, die ventralen meist chlorophyllarm, bisweilen etwas kleiner oder auch größer als die dorsalen; Makrosporangien meist in den Achseln der unteren ventralen Sporophylle; Makrosporen weiß, hell schwefelgelb bis citronengelb, fast glatt, fein netzig runzelig oder unregelmäßig höckerig, bisweilen mit höckerigem äquatorialem Ring oder Kranz; Mikrosporen mennigrot, stets mit höckerigem äquatorialem Ring oder Kranz und mit kleineren, zerstreut stehenden Höckern an der Scheitel- und Basalseite. Die Arten dieser Gruppe besitzen an der äußeren Basis meist deutlich geöhrte Mittelb.

A. Seitenb. und Mittelb. ohne weißen Rand; größere Arten mit oft 2—3 dm langen Sprosssystemen. — **Aa.** Seitenb. am unteren Teile des oberen Randes mit 3—5 bis 0,16 mm langen Wimpern, sonst überall ohne Wimpern und Haarzähne: 180. *S. Douglasii* (Hook. Grev.) Spring; Sporophylle gleichartig; Makrosporen hell schwefelgelb, fast glatt; in nordamerikanisch Columbien und in Oregon. — **Ab.** Seitenb. am unteren Teil des oberen Randes mit bis 0,17 mm langen Wimpern, am unteren Teil des unteren Randes mit wenigen kürzeren Wimpern gegen die Spitze beiderseits mit kurzen Haarzähnen: 181. *S. saccharata* Al. Br.; ventrale Sporophylle blässer grün und etwas größer, als die dorsalen; Makrosporen matt schwefelgelb, fast glatt; in Mexiko; früher in Kultur in den Gewächshäusern der botanischen Gärten. — 182. *S. delicatissima* Al. Br., mit der vorigen Art nahe verwandt, unterscheidet sich von derselben durch breitere, an der Basis bis über die Mitte mit zahlreichen, bis 0,2 mm langen Wimpern am Rande versehenen Seitenb. und Mittelb. und durch die durch einen aus köpfchenförmigen Höckern gebildeten Kranz ausgezeichneten Mikrosporen; seit 50 Jahren in Kultur in den Gewächshäusern der botanischen Gärten, stammt vermutlich aus den Anden Nordamerikas.

B. Seitenb. und Mittelb. mit weißem, aus sklerotischen Zellen gebildetem Rande: 183. *S. reflexa* Underw., kleinere Art als die vorigen; Sprosssysteme kaum über 5 cm lang, wenig und mehr gabelig als fiederig verzweigt; Seitenb. bis über die Mitte des oberen Randes mit bis 0,3 mm langen Wimpern, an der unteren Basis mit kürzeren Wimpern, gegen die Spitze beiderseits mit sehr kurzen Haarzähnchen besetzt; ventrale Sporophylle gleichseitig und größer als die oberen ungleichseitigen; Makrosporen citronengelb, überall unregelmäßig runzelig; Mikrosporen überall mit niedrigen abgerundeten Höckern; in Mexiko.

§. 18. Gruppe der *S. stenophylla*: Niederliegende oder etwas aufstrebende auf meist längere, bisweilen verzweigte Wurzelträger bis in die Region der fertilen Zweige gestützte, in den unteren Regionen mehr gabelig, oberhalb meist mehr fiederig verzweigte, mittelgroße Arten; vegetative Vermehrung nur durch Absterben der älteren und dadurch erfolgende Vereinzelung der jüngeren Sprossgenerationen; Blüten mehr oder weniger deutlich invers platystich; Sporophylle stets verschieden gestaltet; Makrosporen weiß, hell schwefelgelb bis citronengelb, selten rötlich, unregelmäßig runzelig, netzig oder grubig, bisweilen mit äquatorialem Flügelring; Mikrosporen mennigrot oder orangefarben, mit höckerigem oder flügelförmigem Äquatorialring, an der Basalseite mit warzigen, kegel- oder köpfchenförmigen Höckern, seltener mit unregelmäßig netzig verbundenen Runzeln oder Leisten.

A. Mikrosporen mit höckerigem äquatorialem Ringe. — **Aa.** Seitenb. an der oberen Basis mit nicht über 0,15 mm langen Wimpern: 184. *S. stenophylla* Al. Br.; Sprosse bis 3fach fiederig reich verzweigt, etwas aufsteigend; Sprossglieder bis 9 mm breit; Seitenb. etwas ungleichseitig, eirund-länglich, spitzlich am übrigen Rande beiderseits mit kürzeren Haarzähnen; Mittelb. mit $^1/_2$ der Spreite an Länge erreichender Grannenspitze; Blüten bis 1 cm lang; Makrosporen rötlich, schwach netzig runzelig, mit Verbindungsleisten (Krönchen) an der Scheitelseite; Mikrosporen an der abgerundeten Seite fein netzig runzelig; seit einem halben Jahrhundert in den Gewächshäusern Europas kultivierte Art, stammt aus Mexiko. — **Ab.** Seitenb. mit bis 0,6 mm langen Wimpern an der oberen Basis: 185. *S. Schiedeana* Al. Br.; Sprosse ganz niederliegend; Sprossglieder bis 5 mm breit, sparsam mehr dichotomisch als fiederig verzweigt; Seitenb. fast gleichseitig, eirund-länglich, stumpflich. an der unteren Basis ebenfalls mit langen Wimpern, sonst am Rande mit sehr kurzen Haarzähnen; Mittelb. mit etwa $^1/_4$ der Spreite erreichender Grannenspitze; Blüten kaum $^1/_2$ cm lang; Makrosporen citronengelb mit niedrigem äquatorialem Flügelring, an der Basalseite netzig runzelig; Mikrosporen mit warzenförmigen Höckern an der Basalseite; in Mexiko.

B. Mikrosporen mit flügelartigem äquatorialem Ring: 186. *S. guatemalensis* Bak. Sprosse ganz niederliegend, Sprossglieder bis 3 mm breit; Seitenb. an der oberen Basis bis zur Mitte mit sklerotischem Rande und bis 0,2 mm langen Wimpern, gegen die Spitze und am unteren Rande mit kurzen Haarzähnen; Mittelb. überall mit weißem Rand und Wimpern und mit fast $^1/_2$ der Spreite erreichender Grannenspitze; Makrosporen gelblich weiß, etwas mehlig bestäubt, Mikrosporen mennigrot mit netzig verbundenen Leisten; in Guatemala. — In die Verwandtschaft der vorhergehenden gehört wahrscheinlich 187. *S. densifolia* Spruce aus Venezuela.

§. 19. Gruppe der *S. flexuosa*: Ganz niederliegende oder etwas aufsteigende, aber von meist über $^1/_2$ mm starken und bis 10 cm langen bisweilen verzweigten Wurzelträgern bis in die Blütenregion gestützte, mittelkräftige Arten mit etwa 3—8 mm breiten Sprossgliedern (Seitenb. eingeschlossen); vegetative Vermehrung nur durch Absterben der älteren und dadurch erfolgende Vereinzelung der jüngeren Sprossglieder; Blüten noch tetrastich oder nur undeutlich platystich, wagrecht oder etwas aufsteigend,

Sporophylle wenig aber stets verschieden; ventrale chlorophyllärmer, gleichgroß, bisweilen auch etwas größer als die dorsalen; Makrosporen weiß, schwefelgelb bis orangefarben, fein, bisweilen netzig, runzelig oder fein runzelig-höckerig und dann wie bestäubt erscheinend; Mikrosporen orangefarben bis mennigrot, an der abgerundeten Seite mit meist langgestielten, köpfchenförmigen, selten dünn kegelförmigen Höckern. Amerikanische Arten.

A. Mittelb. ohne deutliches äußeres Ohr; Seitenb. an der oberen Basis und gegen die Spitze beiderseits mit bis kaum 0,08 mm langen Haarzähnen. — **Aa.** Sprosse aufstrebend, B. an den Hauptachsen voneinander entfernt stehend. — **Aaα.** Mittelb. mit bis $^1/_3$ der Spreite erreichender Grannenspitze. — 188. *S. substipitata* Spring; Sprossglieder bis 8 mm breit, Seitenb ungleichseitig, stumpflich oder spitzlich mit bis etwa 0,08 mm langen Haarzähnen am oberen Rande und kürzeren gegen die Spitze beiderseits besetzt, nebst den Mittelb. hellgrün, zart und durchsichtig, Blüten kaum 3 mm lang; auf den westindischen Inseln Guadaloupe und Dominica. — **Aaβ.** Mittelb. mit bis $^1/_2$ der Spreite an Länge erreichender Grannenspitze: 189. *S. Karsteniana* Al. Br.; Sprossglieder bis 7 mm breit; Seitenb. wenig ungleichseitig, spitz; B. dunkler grün als bei der vorhergehenden; Blüten bis 7 mm lang; in Venezuela. — Sehr nahe verwandt mit dieser und vielleicht nicht specifisch zu trennen sind 190. *S. subsegregata* Bak. und 191. *S. assurgens* Bak. beide in Brasilien heimisch. — **Aaγ.** Mittelb. mit bis die Spreite an Länge fast erreichender Grannenspitze: 192. *S. portoricensis* Al. Br., ähnlich der *S. substipitata*, aber mit weniger abstehenden Fiederzweigen 1. und 2. Ordnung und bis 1 cm langen Blüten; in Portorico. — **Ab.** Sprosse ganz niederliegend; B. an den Hauptachsen nahe zusammenstehend. — **Abα.** Mittelb. mit kaum $^1/_5$ der Spreite erreichender Grannenspitze: 193. *S. didymostachya* (Desv.) Spring; Sprossglieder nicht über 5 mm breit, Seitenb. länglich elliptisch stumpf, nur an der oberen Basis und an der Spitze beiderseits mit kurzen Haarzähnchen, nebst den Mittelb. dunkelgrün und von festerer Textur; Blüten kaum über 5 mm lang; auf Jamaica und Santo Domingo. — **Abβ.** Mittelb. mit bis $^1/_2$ der Spreite an Länge erreichender Grannenspitze: 194. *S. flexuosa* Spring; Sprossglieder bis 7 mm breit; Seitenb. wenig ungleichseitig, stumpflich an der oberen Basis und an der Spitze beiderseits mit wenigen winzigen Haarzähnchen; Blüten bis $1^1/_2$ cm lang; Hauptachsen meist etwas zickzackartig verlaufend; in Südbrasilien.

B. Mittelb. mit deutlichem äußerem Ohr. — **Ba.** Seitenb. mit bis 0,12 mm langen Wimpern von der oberen Basis bis zur Mitte; Mittelb. mit $^1/_3$ der Spreite erreichender Grannenspitze: 195. *S. Gardneri* Spring; Sprossglieder bis 7 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); im Staate Rio de Janeiro, Brasilien. — **Bb.** Seitenb. mit bis 0,25 mm langen Wimpern von der Basis bis $^1/_3$ des weißen, sklerotischen Randes besetzt: 196. *S. ericoides* Fée; Sprossglieder nicht über 5 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); ventrale Sporophylle blässer grün und deutlich größer, als die dorsalen; in Südbrasilien. Bei den beiden zuletzt genannten Arten kommt es nicht selten vor, dass bereits die unter den Blüten stehenden Mittelb. Mikrosporangien führen. — 197. *S. macrostachya* Spring steht der *S. ericoides* Fée sehr nahe, unterscheidet sich von derselben durch spitzere Seitenb., nicht bewimperte äußere Ohren der Mittelb. und längere, bis 2 cm lange Blüten mit gleich großen Sporophyllen; in Südbrasilien (São Paulo).

§. 20. Gruppe der *S. jungermannioides*. Niederliegende, meist dicht am Boden kriechende, überall wurzelnde, meist mehr gabelig als fiederig verzweigte Arten, von etwas xerophytischem oder von mehr hydrophytischem Charakter. Wurzelträger meist nicht über 5 cm (selten bis 7 cm) lang und kaum über 0,5 mm dick; Sprosse überall dorsiventral ausgebildet; vegetative Vermehrung nur durch Absterben der älteren Sprossglieder und Vereinzelung der jüngeren; Blüten tetrastich oder undeutlich invers oder bisweilen normal platystich, wagrecht oder aufsteigend; Sporophylle mehr oder weniger verschiedenartig gestaltet, die ventralen meist gleichseitig, chlorophyllärmer, von ziemlich gleicher Größe oder größer, dorsale gleichseitig oder ungleichseitig; Makrosporen weiß, rötlich oder gelblich-weiß bis citronengelb, schwach runzelig oder fein höckerig und wie mehlig bestäubt oder undeutlich netzig-runzelig; Mikrosporen safrangelb bis mennigrot oder orangefarben an der abgerundeten Seite mit warzenförmigen oder kegel- oder nadel- oder auch mit köpfchenförmigen Höckern besetzt.

A. Mikrosporen an der abgerundeten Seite mit kleinen oder größeren warzenförmigen Höckern besetzt. — **Aa.** Mittelb. ohne Ohr an der äußeren Basis, aber etwas herablaufend: 198. *S. denticulata* (L.) Link; Sprossglieder bis 5 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. breit-eiförmig mit aufgesetzter kurzer Weichspitze, an beiden Rändern mit bis 0,06 mm langen Haarzähnen; Mittelb. breit-eiförmig mit kaum $^1/_4$ der Spreite erreichender Grannenspitze, am Rande mit kurzen Haarzähnen; dorsale Sporophylle stets etwas kleiner als die

ventralen; verbreitet im mediterranen Gebiet von Madeira und den Canarischen Inseln durch Südeuropa und Nordafrika bis nach Syrien. — In Tenerifa, Madeira, Ischia, Elba und vermutlich noch an anderen Orten findet sich von dieser Art eine sehr merkwürdige Form oder Varietät (var. *platystachya* Hieron.), mit normal (nicht invers) platystichen Blüten, deren ventrale Sporophylle den Seitenb., und deren dorsale den Mittelb. völlig gleich gestaltet sind. Diese Form ist vielleicht das Erzeugnis eines sehr feuchten Standortes, — **Ab.** Mittelb. mit kurzem, aber deutlichem äußerem Ohr. — **Abα.** Seitenb. kurz zugespitzt: 199. *S. depressa* (Sw.?) Al. Br.; Sprossglieder bis 5 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. länglich-lanzettlich, am Rande mit bis 0,08 mm langen Haarzähnen; Mittelb. eirund in eine etwa $^1/_6$ der Spreite erreichende Haarspitze zugespitzt, mit wenigen kurzen Haarzähnen am Rande und Ohr; Sporophylle wenig ungleich, dorsale etwas ungleichseitig; in Südafrika (Natal, Transvaal). — 200. *S. Cooperi* Bak. ist eine nahe verwandte Art mit bis bis kaum 4 mm breiten Sprossgliedern und am oberen Rande etwas länger bewimperten (Wimpern bis 0,15 mm lang) und näher aneinander stehenden Seitenb.; ebenfalls in Südafrika (Orangefreistaat, Natal) und in Deutsch-Ostafrika. — **Abβ.** Seitenb. stumpf: 201. *S. cavifolia* Al. Br.; Sprossglieder kaum 2 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. breit-eirund, am oberen Rande mit sehr kurzen Haarzähnen; Mittelb. eirund zugespitzt, am Rande, mit Ausnahme der äußeren Basis und des Ohres, mit kurzen Haarzähnen; Sporophylle etwas verschieden (dorsale ungleichseitiger); in südamerikanisch Columbien.

B. Mikrosporen mit kegel- bis nadelförmigen Höckern an der abgerundeten Seite. — **Ba.** Seitenb. am unteren Rande meist nur gegen die Spitze mit kurzen Haarzähnen besetzt: 202. *S. longicuspis* Bak., Mittelb. ohne deutliches äußeres Ohr; in Südbrasilien. — **Bb.** Seitenb. mit langen dünnen Wimpern, wenigstens an der unteren Basis besetzt. — **Bbα.** Sprosse bis 5 mm breit; Wimpern der Seitenb. bis 0,3 mm lang: 203. *S. jungermannioides* (Gaud.) Spring; in Südbrasilien. — 204. *S. applanata* Al. Br. ist eine der vorhergehenden nahe verwandte Art, die sich durch etwas breitere, bis 6 mm breite Sprosse, durch stumpfere, an der unteren Hälfte des oberen Randes mit zahlreicheren langen Wimpern besetzte Seitenb. unterscheidet; in Peru. — **Bbβ.** Sprosse bis 1 cm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. abgestutzt; Wimpern derselben bisweilen bis 0,4 mm lang; 205. *S. truncata* Al. Br., in südamerikanisch Columbien.

C. Mikrosporen mit köpfchenförmigen Höckern an der abgerundeten Seite. — **Ca.** Seitenb. ohne oberes Ohr und ohne Scheinnerven. — **Caα.** Sprosse unter 5 mm breit (Seitenb. eingeschlossen). — **CaαI.** Mittelb. mit kurzem, abgerundetem äußerem Ohr; Seitenb. stumpf. — **CaαI1.** Wimpern an der Basis der Seitenb. kaum über 0,08 mm lang: 206. *S. serpens* (Desv.) Spring. auf westindischen Inseln (Jamaika, Cuba, Haiti). — **CaαI2.** Wimpern an der Basis der Seitenb. bis 0,18 mm lang: 207. *S. brevicaulis* Bak. in Cuba. — **CaαII.** Mittelb. ohne deutliches äußeres Ohr; Seitenb. kurz zugespitzt am oberen Rande mit kaum 0,04 mm langen Haarzähnen: 208. *S. Niederleinii* Hieron. in den argentinischen Misiones. — **Caβ.** Sprosse bis 7 mm breit; Mittelb. mit kurzem äußerem Ohr, Seitenb. stumpflich mit kurzen Haarzähnen an der oberen hyalinen Basis und noch kleineren an der Spitze beiderseits: 209. *S. calosticha* Spring, in Venezuela. — **Caγ.** Sprosse bis 1 cm breit (Seitenb. eingeschlossen), Seitenb. länglich-elliptisch, stumpflich mit bis 0,25 mm langen Wimpern an beiden Basen: 210. *S. Breynii* Spring, in englisch Guyana und in Brasilien. — **Cb.** Seitenb. mit oberem Ohr und Scheinnerven in der Epidermis der Aligularseite: 211. *S. auriculata* Spring; Seitenb. länglich-stumpf, mit bis 0,15 mm langen Wimpern am oberen Ohr und an der unteren Basis; Mittelb. mit kurzem äußerem Ohr und langer Grannenspitze; auf den Philippinen (Luzon).

In die Gruppe der *S. jungermannioides* gehören sicher noch die mit *S. calosticha* verwandte 212. *S. Homaliae* Al. Br. im oberen Amazonasgebiet, die mit *S. Breynii* verwandten 213. *S. platybasis* Bak. ebendaher, 214. *S. campylotis* Al. Braun in Chile und 215. *S. Schottmülleri* Warb. in Südchina und wahrscheinlich auch 216. *S. Ridleyi* Bak. in Malaka heimisch.

§. 21. Gruppe der *S. Martensii*: Ansehnliche Arten. Sprosse etwa 2—3 dm lang bis 3-fach fiederig verzweigt, aus lang kriechendem, auf lange und kräftige, oft verzweigte Wurzelträger gestütztem Grunde aufsteigend, ohne Ausläufer. Sprossglieder überall dorsiventral ausgebildet; vegetative Vermehrung nur durch Absterben der älteren Sprossgenerationen und dadurch erfolgende Vereinzelung der jüngeren; B. überall verschiedengestaltet; Blüten noch tetrastich, wagrecht, aufsteigend oder etwas geneigt; Sporophylle ziemlich gleich groß, wenig verschieden gestaltet, die ventralen chlorophyllärmer, gleichseitig oder etwas ungleichseitig, dorsale etwas ungleichseitig mit größerer, dunkler-grüner Halbseite; Makrosporen gelblich-weiß, ockergelb bis hell-schokoladefarben, an der abgerundeten Seite runzelig oder höckerig, Mikrosporen orange- bis safrangelb mit

unregelmäßigen oder rundlichen Höckern an der abgerundeten Seite. Seitenb. ohne Scheinnerven in der Epidermis der Aligularseite. Amerikanische Arten.

A. Mittelb. mit deutlichem, größerem äußerem Ohr, an diesem und am äußeren Rande mit mehr oder weniger langen Wimpern: 217. *S. Martensii* Spring; Seitenb. bis 5 mm lang, 2 mm breit, an der Hauptachse und den Seitenzweigen 1. Ordnung voneinander entfernt stehend, am oberen Rande mit Haarzähnen, an der unteren Basis mit einigen Wimpern versehen; in Mexiko, seit einem halben Jahrhundert in Kultur in den Gewächshäusern mit den folgenden Varietäten: 1. var. *flaccida* Al. Br. mit schmäleren und längeren Blüten als die Hauptform; 2. var. *compacta* Al. Br. mit niedrigeren Sprossen, dickerem Stengel und dichter stehenden B., als die Hauptform; 3. var. *divaricata* Al. Br. mit weit und weniger dicht verzweigten Sprossen, hin und her gebogenen Primärachsen, kürzeren Seitenb. und sehr kurzen Blüten; 4. var. *congesta* Al. Br. mit niedrigeren, aufrechten Sprossen, wenig hin und her gebogenen Hauptachsen, kürzeren, abstehenden Zweigen, Seitenb. wie bei var. *divaricata*, aber fast ohne Wimpern und verkürzten Blüten. Diese Varietäten sind noch genauer zu untersuchen und vielleicht als eigene Arten zu betrachten. Die als var. *variegata* Hort. Makoy. bezeichnete, ist nur eine krankhafte Gartenform mit panachierten oder auch ganz weißen Seitenb. an einzelnen Zweigen. 218. *S. decomposita* Spring ist eine der *S. Martensii* sehr nahe stehende Art aus Brasilien. — Hierher gehört vielleicht auch 219. *S. xiphophylla* Bak. aus Peru.

B. Mittelb. mit nur sehr rudimentärem äußerem Ohr, an dem äußeren Rande nur mit sehr kurzen Haarzähnchen: 220. *S. Solmsii* Bak., ähnlich der *S. Martensii*, Seitenb. schmäler und stumpfer als bei den Formen dieser, am oberen Rande mit Haarzähnen, am unteren ohne Haarzähne und Wimpern; in Guatemala.

§. 22. Gruppe der *S. atroviridis*. Ansehnliche Arten mit verhältnismäßig breiten Sprossgliedern. Sprosse aus auf dem Boden lang kriechendem, überall lange Wurzelträger tragendem Grunde etwas aufsteigend, oberhalb keine Wurzelträger tragend, meist mehr gabelig als fiederig verzweigt, keine gestielten wedelartigen Sprosssysteme bildend und ohne Ausläufer am Grunde. Vegetative Vermehrung nur durch Absterben der älteren Sprossglieder und dadurch erfolgende Vereinzelung der jüngeren; B. überall verschiedengestaltet; Blüten tetrastich, wagrecht, aufsteigend oder etwas hängend; Sporophylle ganz oder fast gleichgestaltet, in normaler Kreuzstellung, die ventralen oft etwas chlorophyllarm, bisweilen etwas größer, als die dorsalen; Makrosporen weiß, bräunlich oder gelblich-weiß, an der abgerundeten Seite unregelmäßig oder etwas netzig-runzelig oder mit niedrigen Höckern; Mikrosporen gelblich-hyalin, an der abgerundeten Seite mit nadel- bis köpfchenförmigen Höckern besetzt (nicht von allen Arten bekannt). Die Gruppe umfasst Arten mit dunkelgrünem Laube. Alles Asiaten.

A. Seitenb. mit 2 deutlichen Scheinnerven in der Epidermis der Aligularseite. — **Aa.** Seitenb. am unteren Rande (mit Ausnahme bisweilen der Spitze) ohne, am oberen Rande mit sehr kurzen Haarzähnchen, bis 6 mm lang. — **Aaα.** Mittelb. herzförmig ansitzend, Ohr an der äußeren Basis nur wenig länger, als das an der inneren: 221. *S. atroviridis* (Wall.) Spring. mit bis 6 mm langen, 2 mm breiten Seitenb.; in Ostindien (Hindustan, Malaka). — **Aaβ.** Mittelb. an der äußeren Basis mit grünem herabgezogenem Ohr, an der inneren ohne Ohr: 222. *S. Grabowskyi* Warb. zeichnet sich dadurch aus, dass in allen Sporophyllen nur Makrosporangien vorhanden sind, in den Makrosporangien stets nur 1—2 Makrosporen, welche weiß sind, an der Scheitelseite abgeplattet, ohne Scheitelleisten, aber mit einem deutlichen Krönchen versehen, im übrigen mit unregelmäßigen, hin und her gebogenen, oft verzweigten, leistenförmigen Erhöhungen besetzt sind; in Borneo. — In die Verwandtschaft der *S. atroviridis* und *S. Grabowskyi* gehören folgende Arten: 223. *S. trinervia* Spring aus Hinterindien, die vielleicht mit der *S. Grabowskyi* identisch ist oder ihr doch sehr nahe steht, ferner 224. *S. Blumei* Spring aus Java und 225. *S. intermedia* (Blume) Spring aus Java und Sumatra, bei welchen jedoch angeblich keine Scheinnerven der Seitenb. vorhanden sein sollen. — **Ab.** Seitenb. an der unteren Basis des oberen Randes mit längeren Wimpern oder kürzeren Haarzähnchen von der Basis bis etwa zur Mitte bedeckt. — **Abα.** Mittelb. stumpflich oder doch nur ganz kurz spitzig: 226. *S. Cumingiana* Spring; Seitenb. bis 6 mm lang, an der unteren abgerundeten Basis mit bis 0,2 mm langen Wimpern; auf den Philippinen (die übrigen von Spring angegebenen Fundorte scheinen mir zweifelhaft). — **Abβ.** Mittelb. mit langer Grannenspitze: 227. *S. plumea* Spring; Hauptachse und die Seitenzweige 1. Ordnung fiederig verzweigt, Seitenb. an der unteren Basis ohne Wimpern; in Hinterindien (Malaka, Perak, Siam). — 228. *S. trichobasis* Bak.; Hauptachse und Seitenzweige 1. Ordnung mehr gabelig als fiederig verzweigt; Seitenb. an der unteren in eine abgerundete Ecke vorgezogenen Basis mit ca. 5—6 längeren Wimpern; in Penang und Malaka.

B. Seitenb. ohne Scheinnerven: 229. *S. trachyphylla* Al. Br., Seitenb. auf der Ligularseite, Mittelb. auf der Aligularseite mit sehr kurzen, scharfen Härchen besetzt, rauh; bei Hongkong in China.

In diese Gruppe gehören vermutlich noch 230. *S. cochleata* Spring in Ceylon und 231. *S. alopecuroides* Bak., in Borneo heimisch.

§. 23. Gruppe der *S. guyanensis*. Niederliegende oder etwas aufstrebende, meist mehr gabelig als fiederig verzweigte, auf lange, verhältnismäßig starke Wurzelträger bis in die Nähe der fertilen Endsprosse gestützte, große Arten mit verhältnismäßig breiten, überall dorsiventral ausgebildeten Sprossgliedern; vegetative Vermehrung nur durch Absterben der älteren Sprossglieder und dadurch erfolgende Vereinzelung der jüngeren; Blüten tetrastich, Sporophylle meist etwas verschieden, dorsale ungleichseitig mit grüner, größerer Halbseite, ventrale etwas chlorophyllärmer, gleichseitig oder ungleichseitig; Makrosporen hell schwefel- bis citronengelb, an der abgerundeten Seite fein und unregelmäßig netzig-runzelig; Mikrosporen safrangelb oder mennigrot, an der Basalseite mit gestielten köpfchenförmigen Höckern. Die Gruppe ist habituell der vorhergehenden sehr ähnlich. Alles Amerikaner.

A. Mittelb. nur zugespitzt (ohne Grannenspitze). — **Aa.** Mittelb. ohne Haarspitze: 232. *S. orinocensis* Maury; Sprosse bis 13 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. länglich-eirund, stumpf, mit sehr kurzen Haarzähnen am oberen Rande und an der unteren Basis, Mittelb. elliptisch gegen die Spitze, mit sehr kurzen Haarzähnen; Blüten nicht über $^1/_2$ cm lang, 1 mm dick; in Venezuela. — **Ab.** Mittelb. mit Haarspitze: 233. *S. Mendonçae* Hieron. n. sp.; Sprosse bis $^1/_2$ m lang; Sprossglieder bis 13 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. eirund-länglich, stumpf, an der oberen und unteren Basis mit bis 0,25 mm langen Wimpern und am übrigen oberen Rande mit kurzen Haarzähnen; Mittelb. breit-eirund, am Rande mit bis 0,2 mm langen Wimpern; im Staate Rio de Janeiro (Brasilien).

B. Mittelb. mit Grannenspitze. — **Ba.** Seitenb. an der unteren Basis ohne Wimpern: 234. *S. contigua* Bak.; Sprosse bis 2 dm lang, Sprossglieder bis 1 cm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. länglich-elliptisch, kurz zugespitzt mit bis 0,18 mm langen Wimpern am oberen Rande und kurzen Haarzähnchen gegen die Spitze beiderseits; Mittelb. eirund mit bis $^1/_2$ der Spreite erreichender Grannenspitze und bis 0,18 mm langen Wimpern am Rande; in Südbrasilien. — **Bb.** Seitenb. an der unteren Basis mit Wimpern: 235. *S. guyanensis* Spring; Sprosse bis $^1/_2$ m lang, Sprossglieder bis 1 cm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. linear-länglich, stumpflich mit bis über 0,25 mm langen Wimpern an der unteren und bis 0,1 mm langen an der oberen Basis und sehr kurzen Haarzähnchen am übrigen oberen Rande; Mittelb. herzförmig, lang zugespitzt mit bis 0,45 mm langen Wimpern und $^1/_3$ der Spreite erreichender Grannenspitze; in französisch Guyana.

§. 24. Gruppe der *S. brachystachya*: Sprosse aus kriechender Basis aufsteigend, etwa bis zur Hälfte durch lange Wurzelträger gestützt, in den unteren Regionen gabelig; in den oberen wiederholt fiederig verzweigt; vegetative Vermehrung durch Absterben der älteren Sprossglieder und dadurch hervorgebrachte Vereinzelung der jüngeren; Blüten stets deutlich platystich; Sporophylle der Schatten- und Lichtseite stets sehr verschieden; Makrosporen weiß oder gelblich-weiß, rötlich bis rotbraun, mit kleineren oder größeren kegelförmigen oder runzeligen Höckern, bisweilen fast glatt; Mikrosporen gelblich-weiß, schmutzig-orangefarben oder mennigrot, mit warzen-, kegel- oder köpfchenförmigen Höckern; sämtlich asiatische Arten.

A. Mittelb. ohne oder doch nur mit ganz rudimentärem äußerem Ohr. — **Aa.** Letzte Zweige 4—5 mm breit (Seitenb. eingeschlossen). — **Aaα.** Seitenb. ohne besonders vorgezogene obere Basis, mit sklerotischen Fasern in der Epidermis der Aligularseite. — **AaαI.** Seitenb. mit kurzen Haarzähnchen am ganzen Rande; Blüten 5—7 mm lang: 236. *S. monospora* Spring; Makrosporen gelblich-weiß, zwischen den Scheitelkanten mit kleinen, an der abgerundeten Seite mit größeren kegelförmigen Höckern, Mikrosporen in Masse mennigrot mit kurz kegelförmigen bis ungestielt köpfchenförmigen Höckern, in Ostindien. — **AaαII.** Seitenb. meist nur gegen die Spitze an beiden Rändern mit kurzen Haarzähnchen, Blüten 2—3 mm lang: 237. *S. microclada* Bak., vielleicht nur als Varietät von der vorigen Art zu betrachten; in Sikkim. — **Aaβ.** Seitenb. mit breit vorgezogener, abgerundeter, blasser oberer Basis, ohne sklerotische Fasern in der Epidermis der Aligularseite: 238. *S. brachystachya* (Hook. et Grev.) Spring; Makrosporen hell-schwefelgelb, an der abgerundeten Seite fein runzelig-höckerig; Mikrosporen mennigrot, an der abgerundeten Seite mit warzenförmigen Höckern, in Ceylon. — **Ab.** Letzte Zweige 6—7 mm breit (Seitenzweige eingeschlossen): 239. *S. megaphylla* Bak.; Makrosporen rötlich-weiß bis braunrot, an der abgerundeten Seite mit kegel- und wulstförmigen Erhöhungen;

Mikrosporen mennigrot, an der abgerundeten Seite mit kleinen kegelförmigen Höckern dicht besetzt; in Sumatra.

B. Mittelb. mit deutlichem äußerem Ohr; letzte Zweige 4—5 mm breit: 240. *S. fimbriata* Spring; Makrosporen gelblich-weiß mit winzigen Höckern dicht besetzt; Mikrosporen schmutzig-orangefarben, an der abgerundeten Seite mit köpfchenförmigen Höckern; in Java. — In die Verwandtschaft der *S. brachystachya* gehört vermutlich auch noch 241. *S. Wrayi* Bak. in Perak. — Ob die von Baker auch zu seiner Gruppe *Brachystachyae* gestellte 242. *S. squarrosa* Bak. aus Kamerun hierher gehört, scheint sehr fraglich.

§. 25. Gruppe der *S. bisulcata*: Größere, kriechende, überall wurzelnde Arten; Sprosse überall dorsiventral ausgebildet, 6—8 mm breit (die Seitenb. eingeschlossen), gabelig oder mehr fiederig verzweigt; vegetative Vermehrung durch Absterben der älteren Sprossglieder und dadurch erfolgende Isolierung der jüngeren; Blüten stets deutlich invers platystich, wagrecht stehend oder bisweilen etwas aufsteigend; Sporophylle stets in deutlich schiefer Kreuzstellung meist sehr ungleich gestaltet; Makrosporen hell schwefelgelb, ockerfarben oder rötlich weiß, fein papillös höckerig oder runzelig, seltener grubig oder fast glatt; Mikrosporen gelblich hyalin, orangefarben oder mennig- bis braunrot, fein höckerig oder warzig, seltener glatt. — Alles asiatische Arten.

A. Mikrosporen glatt: 243. *S. bisulcata* Spring; Makrosporen ockerfarben, fein grubig punktiert, Mikrosporen gelblich-hyalin; im oberen Hindustan (Gorval, Assam) und in Manipur.

B. Mikrosporen höckerig. — **Ba.** Sprossglieder bis 6 mm breit (Seitenb. eingeschlossen). — **Baα.** Mittelb. schmal lanzettlich mit langer Grannenspitze: 244. *S. Rabenavii* Hieron. n. sp.; Seitenb. überall einander nahe stehend, sehr ungleichseitig, mit abgerundeter oberer Basis, eirundlänglich oder länglich, von der oberen Basis bis zur Mitte des oberen Randes mit bis 0,06 mm langen Haarzähnen; Mittelb. ungleichseitig, schmal lanzettlich in eine die Spreite an Länge erreichende Grannenspitze ausgezogen, am Rande mit Ausnahme der Grannenspitze überall mit kurzen Haarzähnen besetzt; Blüten $^1/_2$—1 cm lang, an der Spitze oft durchwachsen und mit zweiter Blüte; Makrosporen rötlich weiß, an der abgerundeten Seite papillenartig höckerig; Mikrosporen gelblich-hyalin, fein körnig-höckerig; in Tonkin. — **Baβ.** Mittelb. eirund mit kurzer Grannenspitze. — **BaβI.** Blüten bis 7 mm lang, 2 mm breit: 245. *S. gorvalensis* Spring; Makrosporen hell schwefelgelb, überall mit Höckern, Mikrosporen hell mennigrot, überall höckerig; in Ober-Hindustan (Gorval). — **BaβII.** Blüten 8 mm bis fast 2 cm lang, 3 mm breit: 246. *S. longicauda* Warb.; Makrosporen hell schwefelgelb, überall runzelig, Mikrosporen orangefarben, an der abgerundeten Seite fein höckerig; auf der Insel Bonin, südlich von Japan. — **Baγ.** Mittelb. sehr ungleichseitig, schief herzförmig mit langer Grannenspitze: 247. *S. lanceolata* Warb.; Makrosporen schwefelgelb, an der abgerundeten Seite mit kegelförmigen Erhöhungen, Mikrosporen orangefarben, an der abgerundeten Seite mit warzenförmigen Höckern; auf Celebes. — **Bb.** Sprossglieder bis 8 mm breit (Seitenb. eingeschlossen): 248. *S. opaca* Al. Br. ap. Warb.; Mittelb. eirund mit $^1/_2$ der Spreite an Länge erreichender Grannenspitze; Makrosporen rötlich weiß oder ockergelb, fast glatt; Mikrosporen bräunlich rot, überall unregelmäßig höckerig; in Java. — In die Gruppe der *S. bisulcata* gehören außerdem noch 249. *S. oligostachya* Bak. in Malaka, 250. *S. Kunstleri* Bak. in Perak, 251. *S. Burbidgei* Bak. in Borneo und 252. *S. Beccariana* Bak. in Westsumatra, deren Makro- und Mikrosporen noch unbekannt sind.

§. 26. Gruppe der *S. apus*: Zartere aus kurz oder lang liegender wurzelnder Basis mehr oder weniger aufsteigende Pfl., ohne Ausläufer, überall dorsiventral ausgebildet, von der Basis an 1—3fach fiederig verzweigt; vegetative Vermehrung durch Absterben der älteren Sprossglieder vermutlich bei einigen vorhanden. Blüten nicht immer sehr deutlich platystich ausgebildet, doch die ventralen und dorsalen Sporophylle fast stets deutlich verschieden, wenn auch oft ähnlich und von gleicher Größe und meist in deutlich verschobener Kreuzstellung. Makrosporen weiß, ockergelb oder hell orangefarben, unregelmäßig oder etwas netzig runzelig oder fein grubig, bisweilen mit äquatorialem Flügelring; Mikrosporen mennigrot, glatt, warzig, oder unregelmäßig oder netzig runzelig. Nur amerikanische Arten.

A. Mikrosporen glatt. — **Aa.** Seitenb. mit bis 0,3 mm langen Wimpern an der oberen Basis bis zur Mitte, ohne sklerotische Fasern in der Epidermis der Aligularseite: 253. *S. Lychnuchus* Spring e. p. (*S. Lychnuchus* var. *rigidiuscula* Spring); Pfl. bis 1$^1/_2$ dm lang, 1—3fach fiederig verzweigt; Mittelb. breit elliptisch mit langer, die Spreite an Länge übertreffender Grannenspitze und bis 0,15 mm langen Wimpern am Rande; bei Merida in Venezuela. — **Ab.** Seitenb. mit nicht über 0,08 mm langen Haarzähnen an der oberen Basis, mit sklerotischen Fasern in der Epidermis der Aligularseite. — **Abα.** Mittelb. eirund. — **AbαI.** Mittelb.

an der Basis abgerundet, ohne deutliches äußeres Ohr in eine kaum $^1/_6$ der Spreite erreichende Grannenspitze zugespitzt: 254. *S. anomala* (Hook. Grev.) Spring; Pfl. bis 1 dm lang, 1—2fach fiederig verzweigt; in französisch Guyana. — **Abα II.** Mittelb. mit deutlichem äußerem Ohr und $^1/_2$ der Spreite an Länge übertreffender, am Rücken gekielter Grannenspitze: 255. *S. producta* Bak.; Pfl. bis $1^1/_2$ dm lang, an der Basis bisweilen gabelig, sonst 1—2fach fiederig verzweigt, mit bisweilen gegabelten Zweigen letzter Ordnung; in Venezuela und in englisch Guyana. — **Abβ.** Mittelb. lanzettlich ohne äußeres Ohr und mit $^1/_2$ der Spreite an Länge erreichender Grannenspitze: 256. *S. Ludoviciana* Al. Br.; Pfl. bis 3 dm lang, 1—2fach fiederig verzweigt mit weit voneinander abstehenden Seitenzweigen 1. Ordnung; Seitenb. und Mittelb. mit weißem, aus sklerotischen Zellen gebildetem Rande; Blüten 1—2 cm lang; in Alabama und Louisiana in Nordamerika heimisch, seit $^1/_2$ Jahrhundert in Kultur in den Gewächshäusern.

B. Mikrosporen warzig oder unregelmäßig runzelig. — **Ba.** Seitenb. und Mittelb. ohne sklerotische Fasern in der Epidermis der Aligularseite: 257. *S. apus* Spring e. p. (*Lycopodium apodum* L.); Pfl. bis $1^1/_2$ dm lang, meist nur einfach fiederig verzweigt; Seitenb. eirund, kurz zugespitzt, mit sehr kurzen Haarzähnchen am Rande; Mittelb. lanzettlich, ohne Ohr, in eine kurze Grannenspitze zugespitzt; Blüten 1 cm lang, 3 mm breit; von Canada bis Texas in Nordamerika verbreitet. — Nahe verwandt ist 258. *S. albiduta* (Sw.) Spring, die sich durch blässer grüne Farbe, kürzere verhältnismäßig breitere Seitenb., verhältnismäßig größere fast den Seitenb. gleich große Mittelb. und bis 2 cm lange Blüten unterscheidet; in Pensylvanien und Connecticut, eine var. *macrostachya* (*S. apus* var. *macrostachya* Al. Br.) besitzt bis 5 cm lange und bis 5 mm breite Blüten. *S. apus* und *S. albidula* nebst Var. *macrostachya* finden sich seit $^1/_2$ Jahrhundert in Cultur in den Gewächshäusern. — **Bb.** Seitenb. und Mittelb. mit sklerotischen Fasern in der Epidermis der Aligularseite: 259. *S. leptostachya* Al. Br.; Pfl. bis 2 dm lang, meist 2fach fiederig verzweigt; Seitenb. etwas spitzer, als bei *S. apus*; dorsale Sporophylle mit weniger großem Rückenflügel; Blüten bis 3 cm lang, $2^1/_2$ mm breit; in südamerikanisch Columbien.

C. Mikrosporen unbekannt: 260. *S. brasiliensis* (Raddi) Al. Br., ähnlich der *S. apus*; Pfl. 1—$1^1/_2$ dm hoch, 1—2fach fiederig verzweigt, Seitenb. breit eiförmig, stumpflich, mit sklerotischen Fasern in der Epidermis der Aligularseite, sonst wie bei *S. apus*; Mittelb. breit eirund, mit $^1/_2$ der Spreite an Länge übertreffender Grannenspitze; in Brasilien von Rio de Janeiro bis Santa Catharina verbreitet. — 261. *S. anocardia* Al. Braun (syn. *S. Cunninghami* Bak.) in denselben Gegenden wie die vorhergehende heimisch, unterscheidet sich von derselben durch an der oberen Basis nicht mit weißem Rande versehene Seitenb. und durch lanzettliche, kürzer begrannte Mittelb. — In diese Gruppe gehören vielleicht noch 262. *S. Ottonis* Bak. und 263. *S. consimilis* Bak., beide in Cuba, und 264. *S. rhodostachya* Bak., in Britisch Guyana heimisch.

§. 27. Gruppe der *S. proniflora*: Kleinere, kriechende, überall wurzelnde Arten; Sprosse überall dorsiventral ausgebildet, bis höchstens 5 mm breit (Seitenb. eingeschlossen), gabelig oder meist mehr fiederig verzweigt; vegetative Vermehrung erfolgt durch Absterben der älteren Sprossglieder und dadurch stattfindende Vereinzelung der jüngeren, aber meist wohl nur innerhalb einer Vegetationsperiode; Blüten sehr deutlich platystich, Sporophylle sehr verschieden; Makrosporen gelblich weiß, schwefel- bis goldgelb, meist mit verschiedenartigen Verzierungen, selten fast glatt; Mikrosporen gelblich-hyalin, orangefarben bis mennigrot, glatt, oder mit warzen-, kegel-, stäbchen- oder köpfchenförmigen Verzierungen. — Keine Amerikaner. Habituell ähneln die Arten denen der Gruppe der *S. apus*.

A. Mikrosporen glatt. — **Aa.** Mittelb. ohne deutliches äußeres Ohr. — **Aaα.** Mittelb. mit einfacher Haarspitze: 265. *S. spinulosa* Spring; Seitenb. breit eirund, stumpf, mit bis 0,18 mm langen Wimpern am oberen Rande; Makrosporen schwefelgelb, fast glatt; Mikrosporen mennigrot; winziges Pflänzchen in Java. — **Aaβ.** Mittelb. mit kurzer, kaum $^1/_4$ der Spreite an Länge erreichender Grannenspitze: 266. *S. bancana* Warb.; Seitenb. sehr ungleichseitig, schief eiförmig, stumpf, zurückgebogen, mit kurzen Haarzähnen am Rande; Makrosporen hell schwefelgelb, fast glatt, Mikrosporen safrangelb; auf der Insel Banka. — **Aaγ.** Mittelb. mit langer, die Spreite an Länge erreichender Grannenpitze: 267. *S. exasperata* Al. Br. ap. Warb.; Seitenb. sehr ungleichseitig, schief eirund, stumpflich oder kurz zugespitzt, mit bis 0,12 mm langen Wimpern an der oberen Basis; Makrosporen gelblich weiß, an der abgerundeten Seite fein papillös höckerig, Mikrosporen gelblich-hyalin; auf Java und Borneo. — **Ab.** Mittelb. mit kurzem, aber deutlichem äußeren Ohr und bis fast $^1/_2$ der Spreite an Länge erreichender Grannenspitze: 268. *S. vitensis* Bak. Makrosporen hell schwefelgelb, fein unregelmäßig runzelig, Mikrosporen gelblich-hyalin, in Masse orangefarben; auf den Fidschi-Inseln.

B. Mikrosporen mit warzenförmigen Höckern, besonders an der abgerundeten Seite. — Ba. Makrosporen goldgelb, fast glatt, nur etwas fein grubig: 269. *S. oligophylla* Warb.; Mikrosporen mennigrot, überall höckerig, bisweilen durch Verwachsung der warzenförmigen Höcker etwas runzelig; auf Celebes. — Bb. Makrosporen goldgelb mit sehr kleinen kegel- oder papillenförmigen Höckern. — Bbα. Zweige nur $1^1/_2$ mm breit (Seitenb. eingeschlossen): 270. *S. eurycephala* Warb.; Mikrosporen mennigrot mit bisweilen verwachsenen, abgerundeten Höckern; auf Celebes. — Bbβ. Zweige bis $3^1/_2$ mm breit (Seitenb. eingeschlossen): 271. *S. cristata* Warb.; Mikrosporen mennigrot, fast überall mit kleinen abgerundeten Höckern, dicht besetzt; in China.

C. Mikrosporen mit kegel- bis stäbchenförmigen Höckern an der abgerundeten Seite. — Ca. Makrosporen glatt: 272. *S. Buchholzii* Hieron. n. sp.; Pfl. bis 5 cm lang, 1—2fach fiederig verzweigt, Zweige $2^1/_2$ mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. wenig ungleichseitig, länglich-eirund, kurz zugespitzt mit etwa 4—7 bis 0,14 mm langen Wimpern von der oberen Basis bis zur Mitte des Randes, gegen die Spitze und am unteren Rande mit sehr kurzen Haarzähnen; Mittelb. breit herz-eirund, in eine $^1/_3$ der Spreite an Länge erreichende Grannenspitze zugespitzt, am Rande mit Ausnahme der Basis mit kurzen Haarzähnen; Blüten bis 5 mm lang, 3 mm breit; Makrosporen schwefelgelb, nur mit Scheitelleisten; Mikrosporen orangefarben; am Quaqua in Westafrika. — Cb. Makrosporen überall unregelmäßig runzelig: 273. *S. proniflora* (Lam.) Bak. (syn. *S. Belangeri* Spring); Makrosporen schwefelgelb, Mikrosporen mennigrot mit kegel- oder stäbchen-, bisweilen fast köpfchenförmigen Höckern an der abgerundeten Seite; verbreitet in mehreren schwer zu trennenden Formen in Ostindien, den Sundainseln, Philippinen, Neu-Guinea, Bismarckarchipel und in Queensland. — Hierher gehört vermutlich auch die habituell der vorigen Art sehr ähnliche 274. *S. Vieillardi* Warb. aus Neu-Caledonien, deren Mikrosporen noch unbekannt sind, und welche sich durch etwas spitzere und etwas kleinere Seitenb. und nur sehr schwach runzelige Makrosporen unterscheidet. — Nahe verwandt mit den beiden vorigen ist auch 275. *S. recurvifolia* Al. Br. ap. Warb., deren Seitenb. fast gleichseitig und etwas sichelförmig nach unten gebogen sind, in Japan.

In diese Gruppe gehören vermuthlich noch 276. *S. calophylla* Warb. auf Celebes und 277. *S. numularia* Al. Br. ap. Warb auf Luzon, deren Blüten aber ganz unbekannt sind. Ferner zählt Baker in seiner Gruppe der *Proniflorae* noch folgende mir unbekannte Arten auf: 278. *S. intertexta* Spring auf den Philippinen, 279. *S. Kirkii* Bak. in Deutsch-Ostafrika, 280. *S. xipholepis* Bak. in Südchina, 281. *S. sandvicensis* Bak. auf den Sandwichinseln, 282. *S. phanotricha* Bak. auf Borneo, 283. *S. Harveyi* Bak. auf den Freundschaftsinseln, 284. *S. leptophylla* Bak. auf Formosa, 285. *S. Wattii* Bak. in Hinterindien, 286. *S. samoënsis* Bak. auf Samoa, 287. *S. alutacea* Spring auf der Insel Pinang, 288. *S. Brackenridgei* Bak. auf den Fidschiinseln, 289. *S. boninensis* Bak. auf der Insel Bonin, 290. *S. ceylanica* Bak. in Ceylon heimisch, welche sämtlich wohl auch sicher hierher gehören, deren Makro- und Mikrosporen aber noch unbekannt sind.

§. 28. Gruppe der *S. suberosa*: Pfl. aus aufsteigender oder kurzliegender wurzelnder Basis aufrecht, ohne Ausläufer, überall dorsiventral ausgebildet, meist von der Basis an 1—3-fach fiederig verzweigt, seltener etwas gabelig; vegetative Vermehrung ist anscheinend normal nicht vorhanden, und die hierher gehörenden Arten pflanzen sich nur durch Sporen fort. Blüten daher meist sehr zahlreich, stets durchaus platystich ausgebildet, ventrale und dorsale Sporophylle stets verschieden in Gestalt, meist auch in Größe, und stets in verschobener Kreuzstellung; Makrosporen weiß, gelblich oder rötlich-weiß, ockergelb bis schwefelgelb, glatt oder schwach-grubig, oder nur mit schwachen warzenförmigen oder runzeligen Erhöhungen, Mikrosporen orangefarben, mennig- oder braunrot, bisweilen auch bräunlich-hyalin, glatt oder mit warzen-, stäbchen- oder köpfchenförmigen Erhöhungen. Die hierher gehörenden zahlreichen Arten sind zum Teil sehr zart und klein, wenige cm hoch, zum Teil kräftiger, 2—3 dm hoch, einige auch noch höher. Da nicht bei allen die Makro- und Mikrosporen, welche Anhaltpunkte über nähere Verwandtschaft der Arten dieser Gruppe zu geben geeignet sind, bekannt sind, so muss vorläufig eine Anordnung nach der Verwandtschaft in dieser Gruppe unterbleiben. Da aber die Arten sämtlich nur sehr geringe Verbreitungsbezirke haben, die Angabe dieser also mit zur Erkennung der Art verwendet werden kann, so ordnen wir im folgenden die Arten in erster Linie nach den Vaterländern, wobei gewisse Verwandtschaftskreise auch zusammengehalten werden. Unter den Arten befinden sich keine Amerikaner.

A. Arten des afrikanischen Continents und der afrikanischen Inseln. — Aa. Makrosporen gelblich-weiß, schwefel- bis goldgelb; Mikrosporen mennigrot. — Aaα. Mikrosporen glatt. — AaαI. Mittelb. mit die Spreite an Länge erreichender Grannenspitze. — AaαII. B. hellgrün, zart: 291. *S. tenerrima* Al. Br.; Pfl. bis 5 cm hoch, Seitenb. mit breiter Basis ansitzend,

etwas herablaufend, länglich-lanzettlich, kurz zugespitzt, mit wenigen kurzen Haarzähnen an beiden Rändern; in Angola. — **Aaα I2.** B. dunkelgrün, ziemlich starr: 292. *S. Molleri* Hieron. n. sp., kleines, bis 6 cm hohes Kraut, mit 2—3-fach fiederig verzweigten, im Umriss eiförmigen Sprosssystemen, wenigen (5—8) Fiederzweigen 1. Ordnung jederseits, dunkel-grünem Laube; Seitenb. schief, länglich-eirund, stumpflich, bis $2^3/_4$ mm lang, 1 mm breit, mit schmaler Basis ansitzend, am oberen Rande mit bis 0,1 mm langen Wimpern versehen; Mittelb. eiförmig, an der Basis nicht geöhrt, am Rande mit Wimpern versehen; Blüten bis 3 mm lang, $1^1/_2$ mm breit; auf der Insel São Tomé bei Kamerun. — **Aaα II.** Mittelb. mit die Spreite an Länge nicht erreichender Grannenspitze. — **Aaα II 1.** Blüten bis höchstens 5 mm lang: 293. *S. leonensis* Hieron. n. sp., zarte, bis 10 cm hohe Pfl., Sprosssysteme im Umriss lanzettlich, 2—3-fach fiederig verzweigt, mit etwa 7—10 Fiederzweigen 1. Ordnung jederseits; Seitenb. schief-eirund, stumpf, bis $2^1/_2$ mm lang, am Rande überall mit sehr kurzen Haarzähnchen, mit breiter, herzförmiger Basis ansitzend, die der Blüten tragenden Zweige deutlich herablaufend; Mittelb. lanzettlich, mit etwa $^1/_3$ der Spreite an Länge erreichender Grannenspitze, am Rande mit Haarzähnen; Blüten bis 5 mm lang, $1^1/_2$ mm breit; in der Serra Leone in Liberia. — **Aaα II 2.** Blüten $^1/_2$—1 cm lang. — *Pfl. nicht über 15 cm hoch, Mittelb. lanzettlich, mit $^1/_2$ der Spreite erreichender Grannenspitze: 294. *S. Hildenbrandtii* Al. Br. msc. in sched.; Pfl. mit zahlreichen, dicht stehenden Zweigen 1. u. 2. Ordnung; Seitenb. schief eirund-lanzettlich, bis $3^1/_2$ mm lang, 2 mm breit, stumpflich, mit bis 0,08 mm langen Haarzähnen am oberen Rande und kürzeren gegen die Spitze am unteren; Mittelb. herablaufend, mit wenigen Haarzähnen am Rande; Blüten $^1/_2$—1 cm lang, $2^1/_2$ mm breit; auf der Comoren-Insel Johanna. — **Pfl. $1^1/_2$—3 dm hoch. — † Mittelb. eiförmig in eine $^1/_3$ der Spreite erreichende Grannenspitze zugespitzt: 295. *S. Mannii* Bak. auf der Insel São Tomé. — †† Mittelb. lanzettlich mit $^3/_4$ der Spreite erreichender Grannenspitze: 296. *S. molliceps* Spring; Seitenb. mit einigen wenigen, bisweilen bis 0,4 mm langen Wimpern am oberen Rande; im tropischen Westafrika. — **Aaβ.** Mikrosporen mit feinen stäbchen- oder nadelförmigen Erhöhungen an der abgerundeten Seite. — **Aaβ I.** Pfl. kaum 3 cm hoch: 297. *S. perpusilla* Bak.; Seitenb. mit kurzen Haarzähnen an beiden Rändern, Mittelb. mit kurzer Grannenspitze; Blüten bis 8 mm lang; in Ostafrika (Nyika) und am Congo. — **Aaβ II.** Pfl. bis 8 cm hoch: 298. *S. Zechii* Hieron. n. sp.; Pfl. bisweilen an der Basis dichotomisch geteilt, 2-fach fiederig verzweigt; Fiederzweige 2. Ordnung der unteren Fiederzweige 1. Ordnung gabelig geteilt oder einfach; Seitenb. ungleichseitig, schief eirund, herzförmig ansitzend, zugespitzt, am oberen Rande von der Basis bis zur Mitte mit bis 0,18 mm langen Wimpern, gegen die Spitze beiderseits mit sehr kurzen Haarzähnchen; Mittelb. schief ansitzend, herablaufend, eirund, mit langer; die Spreite an Länge erreichender Grannenspitze und einigen wenigen Haarzähnen am Rande; Blüten $3^1/_2$ mm lang, 2 mm breit; Makrosporen sehr fein netzig-runzelig, fast glatt; in Togo. — **Aaγ.** Mikrosporen mit breiten, verhältnismäßig niedrigen, warzenförmigen Erhöhungen, die bisweilen verwachsen. — **Aaγ I.** Seitenb. am oberen Rande mit bis 0,06 mm langen Haarzähnen: 299. *S. Whytei* Hieron. n. sp.; Pfl. bis 3 dm hoch, im Umriss länglich-lanzettlich, bis 3-fach fiederig verzweigt, mit zahlreichen Fiederzweigen 1. Ordnung; Seitenb. lanzettlich bis eirund-lanzettlich, spitz, am oberen Rande mit aus sklerotischen Zellen gebildetem, schmalem Streifen und bis 0,06 mm langen Haarzähnen, am ganzen unteren Rande mit kürzeren Haarzähnen; Mittelb. ei-lanzettlich mit fast die Spreite an Länge erreichender Grannenspitze und kurzen Haarzähnen an beiden Rändern; Blüten kaum über 3 mm lang, bis 3 mm breit. Die Art ist im Habitus der *S. molliceps* sehr ähnlich; im nördlichen Nyasaland. — **Aaγ II.** Seitenb. am oberen Rande mit bis etwa 0,1 mm langen Haarzähnen besetzt: 300. *S. rubricaulis* Al. Br., der vorigen und der *S. molliceps* sehr ähnliche Art, die seit etwa 40 Jahren in den europäischen Gewächshäusern in Kultur ist und ebenfalls aus dem tropischen Westafrika stammt. — **Aaδ.** Mikrosporen noch unbekannt. Hierher gehören vermutlich noch folgende Arten: 301. *S. subcordata* Al. Br., kleine, zarte, kaum über 5 cm hohe Pfl. in der Serra Leone; 302. *S. unilateralis* Spring, bis $1^1/_2$ dm hohe Pfl.; 303. *S. Melleri* Bak., ebenfalls bis $1^1/_2$ dm hohe Pfl. und 304. *S. madagascariensis* Bak. $1^1/_2$ bis 3 dm hohe Pfl., alle drei in Madagaskar. — **Ab.** Makrosporen weiß oder hell bis dunkelbraun, mit weißen, leicht abfallenden, verkieselten, warzenförmigen Höckern besetzt, später ganz glatt, Mikrosporen bräunlich-weiß, überall glatt: 305. *S. Soyauxii* Hieron. n. sp.; Pfl. bis 4 dm hoch aus kurz kriechender Basis aufsteigend, bis 3-fach fiederig verzweigt; Seitenb. länglich-lanzettlich, wenig ungleichseitig, an der Basis beiderseits abgerundet, zugespitzt, gegen die Spitze hin meist, bisweilen auch am oberen Rande mit einigen Haarzähnen versehen, bis $2^1/_2$ mm lang, 1 mm breit; Mittelb. mit kurzem, äußerem Ohr, verkehrt-eirund, mit die Spreite an Länge erreichender Grannenspitze und bisweilen wenigen Haarzähnen am Rande; Blüten 4—8 mm lang, bis 4 mm breit. Die Art ist nahe verwandt mit der asiatischen *S. suberosa.*

B. Arten aus Asien und von den asiatischen Inseln. — **Ba.** Mikrosporen glatt. — **Baα.** Seitenb. ohne Haarzähne und Wimpern am Rande: 306. *S. cyanea* Warb. kleine, bis 3 cm hohe, stahlblau irisierende Pfl., Mittelb. langspitzig, Blüten $2^1/_2$ mm lang, $1^1/_2$ mm breit; an schattigen Felsen bei Arracan in Hinterindien. — **Baβ.** Seitenb. mit Wimpern oder Haarzähnen am Rande. — **BaβI.** Mittelb. kurz zugespitzt oder spitz. — **BaβII.** Seitenb. an der oberen Basis mit bis 0,06 mm langen Haarzähnen: 307. *S. Zollingeriana* Spring, bis 6 cm hohe Pfl., Blüten bis 1 cm lang, $1^1/_2$ mm breit; in Java. — **BaβI2.** Seitenb. an der oberen Basis mit bis 0,1 mm langen Wimpern: 308. *S. polyblepharis* Warb., kleine, bis 6 cm hohe Pfl., Blüten

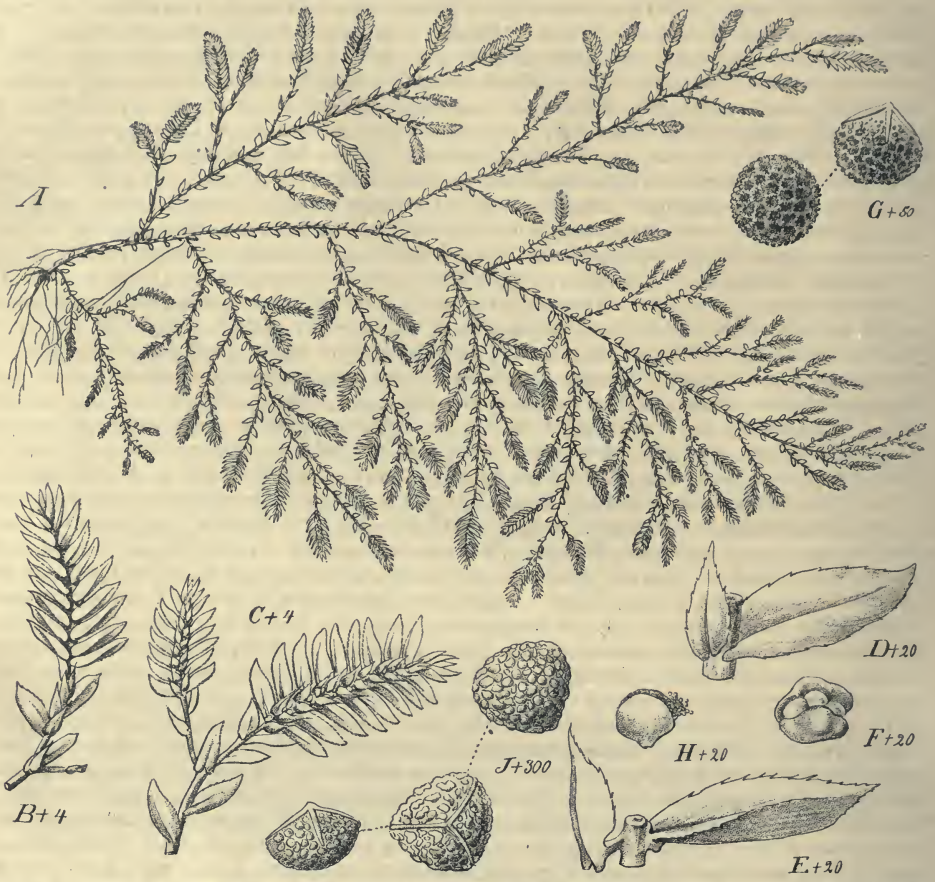


Fig. 406. *Selaginella elegantissima* Warburg. — *A* Habitusbild einer ganzen Pfl. in nat. Gr. — *B* Zweigstück mit Blüte von der Lichtseite gesehen. Vergr. 4/1. — *C* Verzweigung mit zwei Blüten, von der Schattenseite gesehen. Vergr. 4/1. — *D* Zweigstück mit einem Seitenb. und einem Mittelb. Vergr. 20/1. — *E* Stück einer Blüte mit einem kleineren an der Schattenseite stehenden und einem größeren dem Lichte zugewendeten Sporophyll. Vergr. 20/1. — *F* Makrosporangium aus der Achsel eines der kleineren Sporophylle geöffnet. Vergr. 20/1. — *G* Makrosporen von verschiedenen Seiten gesehen. Vergr. 50/1. — *H* Mikrosporangium aus der Achsel eines des größeren Sporophylle, geöffnet. Vergr. 20/1. — *J* Mikrosporen in verschiedenen Lagen. Vergr. 300/1. (Alles Original.)

bis 9 mm lang, 1 mm breit; auf der Philippineninsel Luzon. — **BaβI3.** Seitenb. an der oberen Basis mit bis 0,15 mm langen Wimpern. — *Blüten kaum 3 mm lang, 2 mm breit: 309. *S. minutifolia* Spring auf den Merguiinseln. — ** Blüten bis 8 mm lang, 2 mm breit: 310. *S. Kurzii* Bak. in Pegu. — **BaβII.** Mittelb. mit langer, die Spreite an Länge erreichender Grannenspitze: 311. *S. Dalzellii* Bak.; Wimpern an der oberen Basis der Seitenb. bis 0,25 mm lang; Blüten bis 5 mm lang, 2 mm breit; in Vorderindien (Malabar, Concan). — **Bb.** Mikrosporen mit warzenförmigen Höckern, besonders an der abgerundeten Seite besetzt. — **Bbα.** Makrosporen ockergelblich-weiß bis fast citronengelb, fast glatt, an der abgerundeten Seite sehr feingrubig. — **BbαI.** Mittelb. mit $^1/_5$ der Spreite an Länge erreichender Grannenspitze: 312. *S. heterostachys*

Bak.; Pfl. bis 12 cm hoch; Blüten bis 4 mm lang; auf der Insel Hongkong. — **Bbα II.** Mittelb. mit $^3/_4$ der Spreite an Länge erreichender Grannenspitze: 313. *S. tenera* (Hook. et Grev.) Spring; Pfl. bis 3 dm hoch, Blüten bis 1 cm lang; im unteren Hindostan. — Eine nahe verwandte Art, welche von Spring nur als Varietät der vorhergehenden betrachtet wird, ist 314. *S. Macraei* Spring; dieselbe unterscheidet sich durch etwas starrere B., mit längeren Wimpern an der Basis versehenen Seitenb. und ist in Ceylon heimisch. — **Bbβ.** Makrosporen schwefelgelb mit winzigen, papillenförmigen Erhöhungen an der abgerundeten Seite. — **Bbβ I.** Mittelb. lanzettlich, spitz: 315. *S. elegantissima* Warb. (siehe Fig. 406); Pfl. bis $1^1/_2$ dm hoch, Blüten bis 7 mm lang; auf der Insel Celebes. — **Bbβ II.** Mittelb. eirund mit $^1/_2$ der Spreite an Länge erreichender Grannenspitze: 316. *S. Wichurae* Warb., Blüten kaum 3 mm lang; auf der Insel Formosa. — **Bbγ.** Makrosporen rötlich-weiß mit kurzen, kegelförmigen Höckern überall besetzt. — **Bbγ I.** Mittelb. mit kurzer Weichspitze: 317. *S. glauca* Spring; Pfl. bis über 2 dm hoch, 2—3-fach fiederig verzweigt, Seitenb. am oberen Rande mit kurzen Haarzähnen; in Assam und Darjeeling. — **Bbγ II.** Mittelb. mit $^1/_4$ der Spreite erreichender Grannenspitze: 318. *S. chrysocaulos* (Hook. Grev.) Spring, (syn. *Lycopodium diaphanum* Wall.), Pfl. bis 2 dm hoch, 1—2-fach fiederig verzweigt, Seitenb. an der oberen Basis mit bis 0,12 mm langen Wimpern; in Hindostan und auf der Insel Pinang. — **Bbδ.** Makrosporen gelblich oder grauweiß mit leicht abfallenden, warzenförmigen Höckern. — **Bbδ I.** Seitenb. ohne oder doch nur mit wenigen Haarzähnen am oberen Rande, Mittelb. verkehrt-eirund mit aufgesetzter, $^1/_2$ der Spreite an Länge übertreffender Grannenspitze, meist ohne Haarzähne am Rande: 319. *S. suberosa* Spring in Ostindien anscheinend verbreitet. — **Bbδ II.** Seitenb. an beiden Rändern mit zahlreichen kleinen Haarzähnen besetzt, Mittelb. lanzettlich in eine lange Grannenspitze zugespitzt und am Rande mit zahlreicheren Haarzähnchen: 320. *S. tenuifolia* Spring, der vorigen sehr ähnlich, auf der malayischen Halbinsel, der Insel Pulo-Pinang und in Hindostan. — **Bc.** Mikrosporen unbekannt. Hierher gehören vermutlich noch folgende Arten: 321. *S. chrysorrhizos* Spring in Hindostan und auf den Merguiinseln, 322. *S. miniatospora* Bak. in Bombay Ghauts; 323. *S. aristata* Spring auf den Philippinen; 324. *S. crassipes* Spring auf Ceylon, 325. *S. aureola* Spring in Hindostan, 326. *S. tonkinensis* Bak. in Tonquin heimisch.

C. Arten aus Australien, den australischen und polynesischen Inseln. — **Ca.** Mikrosporen glatt. — **Caα.** Blüten nicht über $^1/_2$ cm lang. — **Caα I.** Seitenb. nur mit kurzen Haarzähnchen am oberen Rande. — **Caα I1.** Seitenb. eiförmig, Mittelb. mit kurzem äußerem Ohr: 327. *S. laxa* Spring; Pfl. mit wenigen entfernt stehenden, einfachen oder 1 bis 2 mal gabelig, selten fiederig geteilten Fiederzweigen 1. Ordnung, bis 7 cm hoch; Seitenb. stumpf; auf Tahiti und den Marquisas-Inseln. — **Caα I2.** Seitenb. länglich-elliptisch, Mittelb. an der äußeren Basis herablaufend: 328. *S. stenostachys* Warb.; Pfl. einfach fiederig verzweigt, mit bisweilen gabelig geteilten Zweigen, bis 8 cm hoch; Seitenb. stumpflich; aus Australien angegeben, aber sicher auf den Samoainseln heimisch. — **Caα II.** Seitenb. mit bis 0,1 mm langen Wimpern: 329. *S. neocaledonica* Bak.; Pfl. sparsam 1—2-fach fiederig verzweigt, bis $1^1/_2$ dm hoch; Seitenb. eirund-stumpflich oder spitzlich, an der Basis beiderseits mit bis 0,01 mm langen Wimpern, sonst mit kürzeren Haarzähnen am Rande, Mittelb. eirund, kurz zugespitzt, mit bis 0,15 mm langen Wimpern am äußeren Ohr und an der inneren Basis; in Neu-Caledonien. — **Caα III.** Seitenb. mit bis 0,15 mm langen Wimpern an der oberen Basis. — **Caα III1.** Mittelb. mit sehr kurzen Haarzähnen am Rande: 330. *S. Weberi* Warb.; Pfl. 1—2-fach fiederig verzweigt, bis 12 cm hoch, Seitenb. länglich-elliptisch, stumpflich oder spitzlich; Mittelb. mit kurzer Grannenspitze und kurzem äußerem Ohr; auf Samoa. — **Caα III2.** Mittelb. mit bis 0,08 mm langen Wimpern am Rande: 331. *S. squamifolia* Warb.; Pfl. mit wenigen einfachen oder 1—2-mal gabelig geteilten Fiederzweigen 1. Ordnung; Seitenb. herz-eirund. meist stumpf; Mittelb. eirund, kurz zugespitzt; in Neu-Caledonien. — **Caα III3.** Mittelb. mit bis 0,12 mm langen Wimpern am Rande: 332. *S. birarensis* Kuhn; Pfl. 1—3-fach fiederig verzweigt, bis 2 dm hoch, Seitenb. länglich-eirund, spitz, Mittelb. herz-eirund mit größerem äußerem Ohr; auf den Inseln des Bismarckarchipels. — **Caα IV.** Seitenb. mit bis 0,28 mm langen Wimpern an der oberen Basis: 333. *S. macroblepharis* Warb.; Pfl. sparsam 1—2-fach fiederig verzweigt, bis 7 cm hoch, Seitenb. länglich-eirund, spitz oder stumpflich, Mittelb. lanzettlich, spitz, am Rande mit einigen Haarzähnen; auf den Inseln des Bismarckarchipels — **Caβ.** Blüten $^1/_2$ bis $1^1/_2$ cm lang. — **Caβ I** Seitenb. mit bis 0,06 mm langen Wimpern: 334. *S. usta* Vieill.; Pfl. bis fast 3 dm hoch, 1—2-fach fiederig verzweigt, an der Basis meist unverzweigt, Seitenzweige 2. Ordnung oft gabelig geteilt; Seitenb. eirund-stumpflich; mit bis 0,06 mm langen Wimpern an der oberen Basis und kurzen Haarzähnen am übrigen Rande; Mittelb. eirund zugespitzt mit bis 0,09 mm langen Wimpern am äußeren Ohr und an der inneren Basis; in Neu-Caledonien. — **Caβ II.** Seitenb. an der oberen Basis mit bis 0,3 mm langen

Wimpern: 335. *S. Kärnbachii* Hieron. n. sp.; Pfl. 1—2-fach fiederig verzweigt, bis 7 cm hoch; letzte Zweige meist ungeteilt; Seitenb. eirund oder elliptisch, stumpflich, an der oberen Basis mit bis 0,3 mm langen Wimpern, gegen die Spitze beiderseits mit kurzen Haarzähnchen; Mittelb. eiförmig, zugespitzt, am Rande mit bis 0,12 mm langen Wimpern; Blüten bis 2 mm breit; in Neu-Guinea. — **Cb.** Mikrosporen an der abgerundeten Seite mit warzenförmigen Höckern: 336. *S. strobiformis* Warb.; Pfl. 1—2-fach fiederig verzweigt, mit wenigen Fiederzweigen 1. Ordnung, bisweilen an der Basis dichotomisch geteilt, bis 7 cm hoch; Seitenb. herz-eirund, stumpflich, am Rande mit winzigen Haarzähnchen; Mittelb. eiförmig mit $^1/_3$ der Spreite an Länge erreichender Grannenspitze, mit kurzen Haarzähnchen am Rande; in Neu-Guinea. — **Cc.** Mikrosporen unbekannt; hierher folgende Arten: 337. *S. pumilio* (R. Br.) Spring; Pfl. unverzweigt oder sehr wenig verzweigt, kaum $2^1/_2$ cm hoch, Seitenb. spitz, Mittelb. zugespitzt; in Queensland. — 338. *S. Hornei* Bak.; Pfl. 2—3 mal gabelig geteilt, bis $2^1/_2$ cm hoch, Seitenb. stumpf, Mittelb. spitz; auf den Fidschi-Inseln. — 339. *S. nana* (Desv.) Spring; Pfl. mit kurzen, ungeteilten oder nur wenig gabelig geteilten Seitenzweigen 1. Ordnung, bis 5 cm hoch; Seitenb. stumpflich, Mittelb. mit kurzer Grannenspitze; auf den Inseln des Bismarckarchipels. — 340. *S. pelagica* Bak.; Pfl. mehr gabelig als fiederig verzweigt, bis 6 cm hoch, Seitenb. stumpf, an der oberen Basis mit bis 0,09 mm langen Wimpern; Mittelb. mit bewimpertem äußerem Ohr und $^1/_4$ der Spreite erreichender Grannenspitze; auf den Fidschi-Inseln.

Reihe 2. *Pleiostelicae.* Stengelorgane meist mit 3 Gefäßbündelstelen, einer medianen, einer dorsalen und einer ventralen. Bei einigen wenigen Arten sind 4 oder 5 Stelen vorhanden, indem entweder nur die ventrale oder die ventrale und die dorsale in je zwei geteilt sind. Blüten stets radiär gebaut, tetrastich; Sporophylle stets gleichartig und gleichseitig, im wesentlichen auch gleichgroß. Makrosporen meist von mittlerer Größe, meist stark verkieselt, weiß, gelblich, oder rötlich-weiß, bräunlich bis dunkelbraun, ja sogar schwarz; Mikrosporen rein hyalin oder etwas gelblich- oder bräunlich-hyalin.

§. 1. Gruppe der *S. uncinata*: Sprosse niederliegend, überall wurzelnd, von der Basis an 2—3 fach fiederig verzweigt, überall dorsiventral ausgebildet; St. an der Rücken- und Bauchseite etwas abgeflacht oder rundlich, an den Seiten gefurcht, 1—3 stelisch, wenn nur monostelisch, so ist doch die Tendenz zur Bildung von 3 Stelen vorhanden, indem in der einzelnen Stele mehrere Hydromkörper auftreten; die Fiederzweige 1. Ordnung zeigen an der Basis keine Articulation und tragen nur wenige (1—4) Fiederzweige 2. Ordnung, welche letztere meist ungeteilt sind; Ausläufer sind nicht vorhanden; vegetative Vermehrung nur durch Absterben der älteren Sprossglieder und dadurch erfolgende Vereinzelung der jüngeren.

A. Seitenb. überall am Rande ohne Haarzähnchen. St. oft nur monostelisch mit Tendenz zur Tristelie. — **Aa.** Mittelb. herzförmig ansitzend ohne deutlich größeres äußeres Ohr und nicht herablaufend: 341. *S. uncinata* (Desv.) Spring: Makrosporen gelblich-weiß, an der abgerundeten Seite mit unregelmäßigen, oft verwachsenen Höckern; Mikrosporen zwischen den Scheitelleisten mit kleinen, abgerundeten Höckern und am entgegengesetzten Pol mit kleinen leistenförmigen Höckern, gegen den Äquator zu mit dornförmigen oder verbreiterten, oben abgestutzten stäbchenförmigen Höckern dicht besetzt; seit mehr als einem halben Jahrhundert in Kultur in den Gewächshäusern, besonders in einer Form mit irisierenden B., welche als *Lycopodium caesium* oder *S. caesia* Hort. bezeichnet wird; stammt aus dem südlichen China. — 342. *S. eurystachya* Warb. aus China scheint mir von *S. uncinata* nicht zu trennen zu sein. — **Ab.** Mittelb. herablaufend mit deutlichem äußerem Ohr: 343. *S. Mayeri* Hieron. n. sp.; Makrosporen gelblich-weiß, an der abgerundeten Seite netzig grubig; Mikrosporen hyalin mit großmaschig netzig verbundenen Flügelleisten versehen; St. öfters tri- als monostelisch; steht der vorigen Art sehr nahe und ist derselben im Habitus sehr ähnlich; bei Singapore.

B. Seitenb. mit winzigen Haarzähnchen an der Spitze; Stengel stets deutlich tristelisch. **Ba.** Makrosporen reif braun mit flachen, rundlichen oder unregelmäßig wulstigen, bisweilen etwas netzig verbundenen Erhöhungen an der abgerundeten Seite; Mikrosporen hyalin mit nagelförmigen Erhöhungen an der abgerundeten Seite: 344. *S. Mettenii* Al. Br. Die Art ist seit dem Jahre 1865 in Cultur in den Gewächshäusern und angeblich im botanischen Garten in Leipzig entstanden; nach einer Zettelnotiz vermutet Al. Braun in ihr einen Bastard von *S. Kraussiana* und *S. inaequalifolia* Hort. (non Spring), mit welchem letzteren Namen die weiter unten als *S. Guichenotii* bezeichnete Art gemeint ist; nach Baker soll sie dagegen ein Bastard von *S. uncinata* und *S. inaequalifolia* (mit welchem Namen wohl auch *S. Guichenotii* gemeint ist) sein. Beides dürfte unrichtig sein. Dieselbe stammt wie die folgende Art vermutlich aus Ostindien. — **Bb.** Makrosporen weiß mit kegel- oder papillenförmigen Erhöhungen an

der abgerundeten Seite; Mikrosporen hyalin mit kegel- oder nagelförmigen Erhöhungen an der Scheitelseite und mit großmaschig netzig verbundenen Flügelleisten auf der abgerundeten Seite: 345. *S. semicordata* (Wall.) Spring p. p.; nahe verwandt mit der vorigen Art und nur durch die Sporen sicher zu unterscheiden; in Ostindien.

§. 2. Gruppe der *S. inaequalifolia*: Sprosse aus niederliegender, wurzelnder, lang hinkriechender, oft ausläufertreibender Basis aufsteigend, über dieselbe hinaus mit oft langen Wurzelträgern versehen, aber an der Spitze selbst ohne solche; die Ausläufer gehen aus dem niederliegenden Teil der Sprosse hervor, entspringen abwechselnd oberhalb und unterhalb des niederliegenden St. an Stelle des zweiten Wurzelträgers und sind mit gleichartigen, decussiert stehenden Niederb. besetzt; St. wie bei der vorhergehenden Gruppe, aber stets mit 3 getrennten Gefäßbündelstelen; die Fiederzweige erster Ordnung zeigen an der Basis bei einigen mehr oder weniger deutliche Articulation.

A. Seitenb. mit deutlichem Ohr an der oberen Basis; Fiederzweige erster Ordnung mit jederseits 3—4 Fiederzweigen zweiterO rdnung: 346. *S. Guichenotii* (Spring) Hieron. (syn. *S. caudata* var. *Guichenotii* Spring); Sprosse bogig lang hinkriechend, an der Spitze sich erhebend, bis 3fach fiederig verzweigt; Mittelb. mit deutlichem hyalinem Rand; Makrosporen dunkelbraun, etwas weiß bereift mit runzeligen, bisweilen etwas netzig verbundenen Erhöhungen, Mikrosporen wie bei *S. semicordata*; auf Timor, Amboina, den Bandainseln und Java; ist seit einem halben Jahrhundert in Cultur in den Gewächshäusern meist unter dem falschen Namen »*S. inaequalifolia*«. — Hierher gehört wahrscheinlich auch 347. *S. perelegans* Moore (syn. *S. bellula* Moore, non Cesati), welche sich durch verkehrt eiförmige, herzförmig ansitzende, an der oberen Basis mit breiterem Ohr versehene Seitenb. von *S. Guichenotii* (nach der Abbildung in Gardn. Chron. 1879, S. 173) unterscheidet.

B. Seitenb. ohne Ohren an der oberen Basis. — **Ba.** Fiederzweige 1. Ordnung jederseits mit 3—4 Fiederzweigen 2. Ordnung: 348. *S. flaccida* (Bory) Spring, Makrosporen angefeuchtet dunkel orangefarben, trocken fast rein weiß, stark verkieselt, mit winzigen Warzen, besonders am Äquator; Mikrosporen hyalin mit mehrfach unterbrochenem, äquatorialem Flügelring; Ausläufer bisher nicht bekannt; die Art ist der *S. semicordata* sehr ähnlich, aber durch die aufstrebenden Sprosse und die Sporen zu unterscheiden; in Ostindien (Bombay Ghauts, Neilgherries, Pegu). — **Bb.** Fiederzweige 1. Ordnung jederseits mit mehr als 4 Fiederzweigen 2. Ordnung. — **Bbα.** Mittelb. an der Basis dunkelgrün, sonst hell blassgrün bis zur Spitze: 349. *S. picta* (Griff.) Al. Br. Fiederzweige 2. Ordnung meist einfach, selten verzweigt, zahlreich (10—16 jederseits), bis 1 cm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. an der Basis verschmälert, länglich-elliptisch, kurz zugespitzt, Mittelb. schief ansitzend, ohne deutliches äußeres Ohr an der Basis, verkehrt eiförmig zugespitzt; Blüten bis 6 mm lang, meist zu zweien am Ende der Fiederzweige zweiter Ordnung; Makrosporangien am Ende der Blüten; Makrosporen dunkel schwarzbraun, überall mit warzenförmigen Höckern bedeckt; Mikrosporen bräunlich-hyalin, überall mit winzigen, kegelförmigen Höckern bedeckt. — **Bbβ.** Mittelb. überall dunkelgrün. — **BbβI.** Mittelb. ohne hyalinen Rand: 350. *S. inaequalifolia* (Hook. et Grev.) Spring; Mittelb. mit kurzer Grannenspitze, Gabelb. an der Basis verschmälert; Makrosporen gelblich, überall mit weißlichen, niedrig kegelförmigen Erhöhungen; Mikrosporen hyalin mit winzigen, nur am Äquator der Spore etwas größeren Erhöhungen; bogig kriechende Art, gegen die aufsteigende Spitze seltener wurzelnd; in Ostindien und auf Java. — 351. *S. hypopterygia* Al. Br. ap. Warb., ähnliche Art, unterscheidet sich von der vorhergehenden durch die nur zugespitzten (nicht in eine kurze Grannenspitze endenden) Mittelb. und die stark herzförmigen Gabelb.; Makrosporen nur unreif gesehen, braun; Mikrosporen bräunlich hyalin mit winzigen warzenförmigen Erhöhungen zwischen den Scheitelleisten und zahlreichen stäbchen- oder stachelförmigen an der abgerundeten Seite; in Ostindien (genauer Fundort unbekannt. — **BbβII.** Mittelb. mit deutlichem hyalinem Rande an beiden Seiten: 352. *S. Pouzolziana* Spring; Makrosporen bräunlich mit kleinen, weißen, wenig vortretenden, abgerundeten Erhöhungen an der dem Scheitel gegenüber liegenden Seite, Mikrosporen hyalin überall mit stäbchen- oder etwas kegelförmigen Erhöhungen; auf Amboina, den Molukken, Nicobaren, Formosa und in Südchina. — Var. *philippinensis* Hieron. mit schwarzen, etwas weiß bereiften und mit schwarzen Erhöhungen versehenen Makrosporen und Mikrosporen, welche mit nagel- oder köpfchenförmigen Erhöhungen versehen sind; auf den Philippinen.

§. 3. Gruppe der *S. Wallichii*: Sprosse aus mehr oder weniger liegender, an gewissen Stellen Wurzelträger und meist auch Ausläufer treibender Basis aufrecht oder aufsteigend, nach unverzweigtem, aufrechtem, stielartigem unteren Teil in ein 1—3-fach fiederig verzweigtes Sprosssystem ausgehend. B. an der Hauptachse

gleichartig oder fast gleichartig in normaler oder fast normaler Kreuzstellung. Hauptachsen von der Seite zusammengedrückt oder vierkantig mit 3 oder 5 Gefäßbündelstelen, wenn 5 vorhanden sind, so ist im Querschnitt eine central, die 4 anderen sind an den Stengelkanten gelegen. Die Fiederzweige 1. Ordnung zeigen meist zahlreiche, regelmäßige Fiederzweige 2. Ordnung und an der Basis meist eine deutliche Anschwellung (Articulation) und können vermittelst derselben nach unten zurückgeschlagen werden. An Stelle der Fiederzweige 1. Ordnung oder auch dicht oberhalb oder neben denselben finden sich bisweilen Innovationszweige, welche wie die Hauptachse ausgebildet sind.

A. St. mit 3 Stelen, von den Seiten mehr oder weniger zusammengedrückt. — **Aa.** Fiederzweige 2. Ordnung einfach oder doch nur pseudodichotomisch geteilt (nicht fiederig). — **Aaα.** St. rauh, mit kurzen, knötchenförmigen Emergenzen besetzt. — **AaαI.** Seitenb. mit deutlichem Ohr an der oberen Basis: 353. *S. aspericaulis* Al. Br.; Fiederzweige 2. Ordnung 4—5 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Mittelb. lanzettlich spitz mit geradem Ohr an der äußeren Basis; Makrosporen weiß mit sehr kleinen Höckern, fast glatt; Mikrosporen hyalin, ebenfalls an der abgerundeten Seite mit kleinen Höckern; in Neu-Guinea und auf den Inseln des Bismarckarchipels. — **AaαII.** Seitenb. ohne Ohr an der oberen Basis: 354. *S. motiensis* Hieron. n. sp.: Fiederzweige 2. Ordnung ungeteilt. 6—7 mm breit; Mittelb. lanzettlich, spitz, mit nach innen gekrümmtem äußerem Ohr; Blüten unbekannt; auf der Insel Moti der Ternatengruppe der Molukken, in Bergwäldern. — Hierher gehört vermutlich auch 355. *S. gracilis* Moore, angeblich von Polynesien stammend, selten in Kultur in den Gewächshäusern der botanischen Gärten. — **Aaβ.** Stengel kahl, glatt. — **AaβI.** Blüten einzeln, selten zu zweien an der Spitze der Seitenzweige 2. Ordnung. — **AaβI1.** Gabelb. der Seitenzweige 2. Ordnung franzig zerschlitzt an der Basis: 356. *S. lacerata* Warb.; Seitenzweige 1. Ordnung im Umfang linear-lanzettlich bis $2^1/_2$ cm breit; Seitenzweige 2. Ordnung unverzweigt bis 2 cm breit, 5 mm lang (Seitenb. eingeschlossen); Blüten kaum $^1/_2$ cm lang; auf den Philippinen. — **AaβI2.** Gabelb. der Seitenzweige 2. Ordnung nicht gefranzt. — * Seitenzweige 2. Ordnung stets ungeteilt: 357. *S. Wallichii* (Hook. et Grev.) Spring p. p. (syn. *Lycopodium Wallichii* Hook. et Grev., *S. Wallichii* var. *elegans* Warb. et var. *sericea* Warb.); Seitenzweige 1. Ordnung im Umriss linear-lanzettlich, meist mit längerer Endfieder, bis $2^1/_2$ cm breit; Seitenzweige 2. Ordnung bis 5 mm breit, nicht über 2 cm lang; Blüten bis 1 cm lang; Makrosporen gelblich weiß, überall mit warzenförmigen Erhöhungen; Mikrosporen mit warzenförmigen Erhöhungen am Äquator, an der abgerundeten Seite fein grubig; in Ostindien (Penang, Singapore, Malakka, Assam, Khasia). — 358. *S. megalura* Hieron. (syn. *S. Wallichii* var. *macrura* et var. *typica* Warb.); Seitenzweige 1. Ordnung im Umriss länglich-lanzettlich, bis 5 cm breit, meist in eine lange Endfieder auslaufend; Seitenzweige 2. Ordnung bis 3 cm lang, 5—6 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Blüten bis 2 cm lang; Makrosporen braun, weißlich angelaufen, fein warzig am Scheitel, an der abgerundeten Seite runzelig bis netzig grubig; Mikrosporen fast glatt, fein höckerig; in Borneo und Assam. — Hierher gehört vermutlich auch 359. *S. Victoriae* Moore, welche sich durch im Umriss länglich-eiförmige Seitenzweige 1. Ordnung und durch bis 5 cm lange Blüten auszeichnet, von den Südseeinseln stammt und seit ungefähr 20 Jahren sich in den Gewächshäusern in Kultur befindet. — ** Seitenzweige 2. Ordnung oft gabelig geteilt. — 360. *S. laxifrons* (Warb.) Hieron. (syn *S. Wallichii* var. *laxifrons* Warb.); Seitenzweige 1. Ordnung im Umriss linear-lanzettlich, bis 6 cm breit; Seitenzweige 2. Ordnung 10—25 jederseits, meist 2—4 cm lang (die unteren gabelig geteilt), bis 6 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Mittelb. herzförmig ansitzend mit größerem äußerem Ohr an der Basis; Blüten $1^1/_2$ cm lang, $1^1/_2$ mm dick; reife Makrosporen noch unbekannt; Mikrosporen hyalin mit köpfchenförmigen Höckern; aus Ostindien stammend, seit 40 Jahren unter dem Namen *S. Wallichii* in den Gewächshäusern kultiviert. — 361. *S. megastachya* Bak.; Seitenzweige 1. Ordnung im Umriss länglich-lanzettlich; jederseits 5—7 Seitenzweige 2. Ordnung, nicht über 5 cm lang, untere davon meist gabelig geteilt; letzte Fiederzweige bis 6 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Mittelb. schief ansitzend, ohne äußeres Ohr; Blüten bis 2 cm lang, 3—4 mm dick; Makrosporen gelblich weiß, zwischen den Scheitelleisten glatt, sonst mit kleinen unregelmäßigen, runzeligen Höckern besetzt; Mikrosporen mit netzig verbundenen Flügelleisten, die jedoch oft unterbrochen sind, so dass nur Stachelhaken stehen bleiben, welche manchmal an der Spitze geteilt sind; in Neucaledonien. — **AaβII.** Blüten meist zu 4—5 am Ende der Seitenzweige 2. Ordnung: 362. *S. polystachya* (Warb.) Hieron. (syn. *S. Wallichii* var. *polystachya* Warb.); Seitenzweige 1. Ordnung im Umriss länglich-lanzettlich, nicht in eine längere Endfieder auslaufend; Seitenzweige 2. Ordnung bis 5 cm lang, fast 1 cm breit (Seitenb. eingeschlossen); Makrosporen gelblich weiß, mit kegelförmigen Erhöhungen, welche am Äquator am höchsten sind, von

hier nach dem Pol zu an Größe abnehmen; Mikrosporen hyalin, überall mit köpfchenförmigen Höckern besetzt; in Sumatra. — **Ab.** Fiederzweige 2. Ordnung nur an der Spitze der Fiederzweige 1. Ordnung ungeteilt, die unteren fiederig, die mittleren gabelig geteilt. — **Abα.** Seitenb. nicht herablaufend. — **AbαI.** Mittelb. ziemlich lang zugespitzt. — 363. *S. plana* (Desv.) Hieron. (syn. *Lycopodium planum* Desv., *L. caudatum* Desv., *S. caudata* Spring p. p., *S. canaliculata* (L.) Bak. p. p.); Seitenzweige 1. Ordnung im Umriss eiförmig, Seitenzweige 2. Ordnung jederseits meist nur 4—5, meist ziemlich lang; letzte Zweige nicht über $4^1/_2$ mm breit; Seitenb. mit deutlichem äußerem Ohr; Gabelb. an der Basis der Zweige 1. Ordnung groß, breit eiförmig; Blüten $^1/_2$—4 cm lang; Makrosporen dunkelbraun, oft etwas weiß angelaufen, zwischen den Scheitelleisten glatt, sonst schwach netzig runzelig; Mikrosporen hyalin, mit netzig verbundenen Flügelleisten; verbreitete Art, welche in einigen schwer zu unterscheidenden Localformen auftritt, auf den Sundainseln und in Ostindien (?). — **AbαII.** Mittelb. kurz zugespitzt. — **AbαII1.** Gabelb. an der Basis der Seitenzweige 2. Ordnung sich wie die an der Basis der Seitenzweige 1. Ordnung durch Größe auszeichnend: 364. *S. gastrophylla* Warburg; Seitenzweige 1. Ordnung im Umriss länglich-lanzettlich mit jederseits 10—20 Seitenzweigen 2. Ordnung, von denen die meisten fiederig verzweigt sind; letzte Zweige bis 3 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. mit deutlichem äußerem Ohr; Blüten bis 1 cm lang; Makrosporen gelblich weiß, zwischen den Scheitelleisten glatt, sonst mit sehr kleinen, halbkugeligen Erhöhungen versehen; Mikrosporen hyalin mit kegelförmigen Erhöhungen; auf den Philippinen. — **AbαII2.** Gabelb. an der Basis der Seitenzweige 2. Ordnung nicht durch Größe auffallend: 365. *S. chilensis* (Willd.) Spring; Seitenzweige 1. Ordnung im Umriss lanzettlich, bis 16 Seitenzweige 2. Ordnung jederseits tragend, von welchen die unteren fiederig oder wiederholt gabelig, die mittleren meist gabelig verzweigt sind; letzte Zweige bis 5 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. mit deutlichem äußerem Ohr; Blüten $^1/_2$—$1^1/_4$ cm lang; Makrosporen gelblich-weiß, mit unregelmäßig wulstigen, bisweilen netzig verbundenen Erhöhungen; Mikrosporen gelblich-hyalin mit netzig verbundenen Flügelleisten; in Chile; auch in Peru und Mexiko angegeben, aber, was das letztere Land anbetrifft, wohl sicher irrtümlich. — **Abβ.** Seitenb. herablaufend: 366. *S. viridangula* Spring; Seitenzweige 1. Ordnung im Umriss länglich-lanzettlich, Seitenzweige 2. Ordnung bis 10 jederseits, untere fiederig oder wiederholt dichotomisch, mittlere meist dichotomisch verzweigt; letzte Fiederzweige bis 8 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. mit kurzem äußerem Ohr; Blüten meist 1—$3^1/_2$ (bisweilen bis 8) cm lang, 3—4 mm dick; Makrosporen bräunlich, oft weiß angelaufen, zwischen den Scheitelleisten glatt oder sehr feinhöckerig, sonst mit rundlichen oder länglich-runzeligen Höckern besetzt; Mikrosporen bräunlich mit netzig verbundenen Flügelleisten an der abgerundeten Seite; große, schöne Art, im Habitus ähnlich der *S. megastachya*; auf den Fidschiinseln und in Neu-Guinea. — 367. *S. decurrens* Hieron. n. sp., nahe verwandt mit der vorigen Art und derselben sehr ähnlich, unterscheidet sich durch kleinere, kaum bis 1 cm lange, bis 3 mm dicke Blüten, kleinere, am Rande mit Haarzähnchen versehene Sporophylle und durch die mit wenigen hohen Höckern besetzten Makrosporen; auf den Südseeinseln (genauer Fundort unbekannt).

B. St. mit 4 Stelen, 1 davon median, 2 ventral, 1 dorsal gelegen (ausnahmsweise auch stärkere St. mit 5 Stelen). — 368. *S. D'Urvillaei* (Bory) Al. Br.; Fiederzweige 1. Ordnung im Umriss länglich-lanzettlich; Fiederzweige 2. Ordnung jederseits ca. 15—20, die obersten einfach, die mittleren dichotomisch geteilt, die unteren jederseits mit 1—5 Fiederzweigen 3. Ordnung; letzte Fiederzweige bis 4 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. mit rudimentärem oberem Ohr und vorgezogener grüner unterer Ecke, sichelförmig, spitz; Mittelb. lanzettlich, zugespitzt, schief angewachsen, mit deutlichem hyalinem Rande, ohne Ohren an der Basis; Blüten bis 7 mm lang; Makrosporangien an der Spitze der Blüten; Makrosporen gelblich oder rötlich-weiß, zwischen den Scheitelleisten fast glatt, sonst mit kurzen, papillenförmigen Höckern besetzt; Mikrosporen hyalin, mit kleinen, warzenförmigen Höckern, welche am Äquator etwas größer sind, dicht besetzt; in Neu-Guinea, auf den Inseln des Bismarckarchipels, den Fidschi- und anderen Inseln des Stillen Oceans verbreitet.

C. St. mit 5 Stelen vierkantig, wenig zusammengedrückt. — **Ca.** St. pubescent behaart: 369. *S. Lobbii* Moore; letzte Seitenzweige bis fast 1 cm breit (Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. ohne Ohr an der oberen Basis; Mittelb. an der äußeren Basis herablaufend; Makrosporen braun, etwas weiß angelaufen, mit rundlichen oder wulstigen, bisweilen verzweigten und hin und her gewundenen Höckern besetzt; Mikrosporen hyalin, am Äquator und an der abgerundeten Seite mit hohen Flügelleisten, welche oft verzweigt und bisweilen netzig verbunden sind; auf Borneo und Sumatra; seit 1860 in Kultur in den Gewächshäusern der botanischen Gärten. — **Cb.** St. kahl: 370. *S. Gaudichaudiana* Spring; letzte Zweige bis $3^1/_2$ mm

breit (die Seitenb. eingeschlossen); Seitenb. ohne Ohr an der oberen Basis; Mittelb. mit sehr kurzem äußerem Ohr; Ähren unbekannt; auf der Insel Rawak bei Neu-Guinea.

In diese Gruppe gehört wahrscheinlich noch: 371. *S. aneitense* Bak. von Aneitum.

§. 4. Gruppe der *S. Willdenowii*: Hauptsprosse reich verzweigt durch Innovationssprosse, spreitzklimmend; St. der hierher gehörenden Arten nur mit 3 Gefäßbündelstelen. Die Arten der Gruppe sind sonst wie die der vorhergehenden beschaffen.

A. St. glatt: 372. *S. Willdenowii* Bak. (*S. laevigata* Spring); bis 7 m hoch steigend, in den unteren Sprossregionen mit mehrfach verzweigten, oft sehr langen Wurzelträgern und Ausläufern versehen; Sprosse 3—4-fiederig verzweigt; Fiederzweige 1. Ordnung im Umriss breit eiförmig, meist etwas oberhalb der Basis mit Articulation; jederseits 6—8 Fiederzweige 2. Ordnung, deren unterste 1—2-fach fiederig und deren mittlere wiederholt oder einfach dichotomisch verzweigt sind; letzte Zweige 5—6 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); Blüten $^1/_2$—$1^1/_2$ cm lang; wenige Makrosporangien gegen die Mitte oder an der Spitze der Blüten; Makrosporen gelblich, zwischen den Scheitelleisten glatt, sonst mit unregelmäßigen, bisweilen in Wülste verwachsenen größeren Höckern bedeckt; Mikrosporen bräunlich-hyalin mit netzig verbundenen hohen Flügelleisten; in Ostindien und auf den Sundainseln; die schöne Art wird besonders in einer Form mit irisierendem Laube unter dem Namen »*S. caesia arborea*« seit einem halben Jahrhundert in den Gewächshäusern kultiviert. — 373. *S. Helferi* Warb. ist sehr nahe verwandt mit der vorigen Art, scheint weniger hoch zu klimmen, unterscheidet sich durch kürzere Fiederzweige 1. Ordnung, die nur 4—6 Fiederzweige 2. Ordnung jederseits tragen, durch länger zugespitzte, am Rücken deutlich gekielte größere Sporophylle und durch infolge dessen dicker erscheinende Blüten; in Ostindien.

B. St. rauh. — 374. *S. Engleri* Hieron. n. sp., ebenfalls sehr ähnlich der *S. Willdenowii*, unterscheidet sich von derselben noch durch spitzere, an der unteren Basis mehr vorgezogene, auf der Ligularseite nicht oder doch nur gegen die Spitze hin sehr schwach gekielte Seitenb., zugespitzte Mittelb., länger zugespitzte Sporophylle und durch die mit rundlichen oder unregelmäßig kantigen Höckern an der abgerundeten Seite dicht besetzten Mikrosporen; auf Luzon.

Sect. II. *Oligomacrosporangiatae.* Blüten stets radiär gebaut, tetrastich, besitzen gleichseitige Sporophylle, von denen die untersten meist steril sind und eine Art Hüllkelch um das größte, unterste, fertile, meist allein ein Makrosporangium stützende Sporophyll bilden und bis zu diesem an Größe zunehmen, während von diesem nach der Spitze zu meist nur Mikrosporangien tragende, kleinere Sporophylle sich finden, die auch oft Unterschiede in der Ausbildung, besonders an der Basis aufweisen. Bei einigen Arten (Gruppe der *S. fissidentoides* an der *S. Lyalli*) sind bisweilen mehr als ein größtes makrosporangiumtragendes Sporophyll an der Basis oder auch an anderen Regionen der Blüten vorhanden. Makrosporen stets verhältnismäßig groß, meist sehr stark verkieselt und dann weiß, bisweilen auch bräunlich; Mikrosporen hyalin oder gelblich oder bräunlich-hyalin.

Reihe 1. *Continuae.* Hauptstengel ungegliedert.

Unterreihe 1. *Monostelicae.* Hauptstengel mit nur einer Gefäßbündelstele.

§. 1. Gruppe der *S. fissidentoides.* Niederliegende, kriechende Arten zum Teil mit etwas aufsteigenden Zweigen an den kriechenden Hauptachsen; Sprosse und Zweige durchaus dorsiventral entwickelt, überall mit gut unterschiedenen Seitenb. und Mittelb. Blüten meist nur mit einem Makrosporangium (nur bei *S. amphirrhizos* finden sich öfters 2 bis 3) an der Basis, in welchem oft nur 1 oder 2 Makrosporen ausgebildet sind. Makrosporen groß, weiß oder etwas bräunlich, stark verkieselt, oft mit weißen oder bräunlichen, linsenförmigen, leicht sich ablösenden Höckern, erscheinen nach deren Verlust glatt oder sind überhaupt glatt; Mikrosporen stets hyalin tetraëdrisch mit flach abgerundeter, fast glatter oder mit Höckern besetzter Basalseite und mit verhältnismäßig hohen Scheitelkanten.

A. Seitenb. ohne oder doch nur mit verkümmerten Öhrchen an der Basis. — **Aa.** Mittelb. mit sehr rudimentärem äußerem Ohr: 375. *S. australiensis* Bak., Seitenb. länglich-elliptisch, sehr kurz zugespitzt, ca. 2 mm lang, $^3/_4$ mm breit, an der Basis des oberen Randes und an der Spitze beiderseits mit kurzen Haarzähnchen; Mittelb. lanzettlich, zugespitzt, mit sehr kurzem äußerem Ohr und wenigen Haarzähnchen an beiden Rändern; Blüten 1—2 cm lang; in Queensland. — 376. *S. brisbanensis* Bak., ähnlich der vorigen, unterscheidet sich besonders durch die oft etwas zurückgeschlagenen Seitenb., durch kurze, kaum 3 mm lange Blüten, mit größeren Höckern besetzten Mikrosporen und von Anfang an glatten Makrosporen; ebenfalls in Queensland. — Hierher gehört vermutlich auch 377. *S. Bakeriana* Bailey, die sich durch 2—5 cm

lange Blüten auszeichnet und ebenfalls in Queensland heimisch ist. — **Ab.** Mittelb. mit deutlichem, großem äußerem Ohr: 378. *S. fissidentoides* (Hook. et Grev.) Spring p. p.; Seitenb. $3^1/_2$ mm lang, 1 mm breit, schief länglich-lanzettlich, spitz, nur an der Basis des oberen Randes und an der Spitze beiderseits mit Haarzähnchen; Mittelb. lanzettlich mit breitem, abgestutztem äußerem Ohr, kurzem, spitzem innerem Ohr, kurzer Grannenspitze und wenigen Haarzähnchen an beiden Rändern; in Madagaskar. — 379. *S. amphirrhizos* Al. Br.; Seitenb. länglich zugespitzt bis $3^1/_2$ mm lang, $1^1/_2$ mm breit, am ganzen oberen Rande und gegen die Spite am unteren mit kurzen Haarzähnchen; Mittelb. eiförmig, mit langem, spitzem äußerem und kurzem, abgerundetem innerem Ohr, langer Grannenspitze und Haarzähnchen an beiden Rändern; auf der Komorren-Insel Johanna und in Madagaskar. — 380. *S. serrulata* (Desv.) Spring; Seitenb. länglich-elliptisch, zugespitzt, 2 mm lang, $^3/_4$ mm breit, am ganzen oberen Rande mit Haarzähnchen und am unteren gegen die Spitze, etwas herzförmig ansitzend, mit kurzer, grüner, vorgezogener Ecke an der unteren Basis; Mittelb. lanzettlich, in eine Grannenspitze zugespitzt, an der Basis mit spitzem äußerem Ohr, verkümmertem innerem Ohr, an beiden Rändern mit wenigen Haarzähnchen; auf den Inseln Bourbon und Mauritius. — 381. *S. Commersoniana* Spring; Seitenb. schief, länglich-lanzettlich, spitz, mit breiter, hyaliner oberer Basis, ca. 2 mm lang, $^3/_4$ mm breit, am ganzen oberen Rande mit Haarzähnchen, am unteren meist nur gegen die Spitze zu; Mittelb. lanzettlich in eine Grannenspitze ausgezogen, mit großem, verkehrt-eiförmigem äußerem Ohr, am Ohr und an den Rändern mit Haarzähnchen; auf den Seyschellen-Inseln (nicht auf den Philippinen, wie Spring angiebt).

B. Seitenb. mit langen, hyalinen, bewimperten Ohren an beiden Seiten der Basis; Mittelb. mit größerem äußerem und kurzem, bewimpertem innerem Öhrchen. — 382. *S. obtusa* Desv.) Spring; Seitenb. schief-eiförmig, stumpf, mit Haarzähnen am hyalinen unteren Teil des oberen Randes, ca. 2 mm lang, $1^1/_4$ mm breit; Mittelb. lanzettlich, mit langer Grannenspitze und wenigen Haarzähnen am inneren Rande; auf den Inseln Bourbon, Mauritius und Madagaskar. — 383. *S. surculosa* Spring; Seitenb. schief-sichelförmig, spitz, ca. $2^1/_2$ mm lang, $^3/_4$ mm breit, am hyalinen oberen Rande mit Haarzähnen; Mittelb. lanzettlich, lang zugespitzt, mit wenigen Haarzähnen an den Rändern; auf der Insel Bourbon. — 384. *S. concinna* (Swartz) Spring; Seitenb. länglich-elliptisch, stumpflich oder ganz kurz zugespitzt, mit Haarzähnen am hyalinen unteren Teil des oberen Randes; ca. 3 mm lang, $^3/_4$ mm breit; Mittelb. mit langer Grannenspitze, überall mit schmalem hyalinem Rand und wenigen Haarzähnen an der Basis des inneren Randes; auf Mauritius und Bourbon (von Spring irrtümlich auch von Ceylon und Ostindien angegeben).

In diese Gruppe gehört vermutlich noch 385. *S. Balfourii* Bak. von der Insel Rodriguez.

§. 2. Gruppe der. *S. membranacea.* Aus kriechendem, wurzelndem und Ausläufer treibendem Grunde aufsteigende, unten unverzweigte, oben wiederholt fiederig verzweigte, fächerartig ausgebreitete, wedelartige Sprosssysteme; kriechende Hauptachsen und aufsteigende, stielartige Teile derselben, sowie die Ausläufer fast stielrund oder kantig, mit gleichgestalteten oder fast gleichartigen Niederb. in normaler Kreuzstellung besetzt. Seitenb. der dorsiventral ausgebildeten Sprossglieder des wedelartigen Sprosssystems mit mehr oder weniger deutlichen Ohren an beiden Basen; Makrosporen gelblich-weiß, überall mit leicht zerbrechlichen (stark verkieselten) und abfallenden kleinen, warzenförmigen Höckern besetzt, ohne Verbindungsleisten der Scheitelkantenenden (aber nicht von allen bekannt); Mikrosporen gelblich-hyalin, an der abgerundeten Seite mit kleinen, kurz kegelförmigen oder warzenförmigen Höckern besetzt. — Hierher gehören 5 nahe verwandte Arten, sämtlich in Mauritius und Bourbon heimisch.

A. Hyaliner Randteil an der oberen Basis der Seitenb. dicht mit kurzen Haarzähnchen besetzt. — **Aa.** Hyaliner Randteil bis über $^3/_4$ der Spreite am oberen Rande der Seitenb. hinaufreichend, oberes Ohr der Seitenb. verhältnismäßig groß, sichelförmig: 386. *S. membranacea* (Desv.) Spring, (syn. *S. fruticulosa* Spring); Sprosse bis $2^1/_2$ dm hoch, bis 3-fach fiederig verzweigt, Sprossglieder nicht über 5 mm breit (Seitenb. eingeschlossen). — **Ab.** Hyaliner Randteil bis $^1/_2$ der Spreite an den Seitenb. hinaufreichend. — **Abα.** Oberes Ohr der Seitenb. kurz zahnförmig, kleiner als das untere: 387. *S. tereticaulis* (Desv.) Spring; Sprosse 3—4 dm hoch, bis 4-fach fiederig verzweigt; Sprossglieder bis 7 mm breit (Seitenb. eingeschlossen). — **Abβ.** Oberes Ohr fast ganz verkümmert: 388. *S. cataphracta* Spring; Sprosse bis 3 dm hoch, bis 3-fach fiederig verzweigt; Sprossglieder nicht über 5 mm breit (Seitenb. eingeschlossen).

B. Hyaliner oberer Randteil der Seitenb. sparsam mit kurzen Haarzähnchen besetzt, oberes Ohr der Seitenb. sichelförmig. — **Ba.** Hyaliner Randteil kaum $^1/_2$ der Spreite von der Basis an einnehmend und ziemlich schmal: 389. *S. delinquescens* Spring; Sprosse bis $3^1/_2$ dm hoch, bis 4-fach fiederig verzweigt; Sprossglieder bis 7 mm breit (Seitenb. eingeschlossen).

Fig. 407. *Selaginella scandens* (P. B.) Spring. — *A* Habitusbild eines Zweigstücks der Pfl. nat. Gr. — *B* Blüte mit Sprossstück, $3^1/_2$ mal vergr. — *C* Seitenb., *D* Mittelb. Vergr. 8/1. — *E* Sporophyll mit geöffnetem reifen Makrosporangium. Vergr. 8/1. — *F*, *G* Sporophyll mit Mikrosporangium von der Seite und von oben gesehen. Vergr. 8/1. — *H* Makrospore. Vergr. 24/1. — *J* Mikrospore, Scheitelansicht. Vergr. 300/1. (Alles Original.)

Bb. Hyaliner Randteil der schmal sichelförmig-lanzettlichen Seitenb. kaum über $^1/_3$ an der Spreite hinaufreichend: 390. *S. falcata* Spring; Sprosse bis 2 dm hoch, bis 5-fach fiederig verzweigt; Sprossglieder bis 7 mm breit (Seitenb. eingeschlossen).

§. 3. Gruppe der *S. scandens*: Arten mit niederliegenden, kriechenden Rhizomen oder Sprossen, die sich als »Spreitzklimmer« erheben und zwischen anderen Pfl. emporsteigen können; Hauptachsen mit gleichartigen, in normaler Kreuzstellung stehenden Niederblättern in weiten Abständen besetzt, nur an den Enden, wie die Zweige dorsiventral entwickelt; Makrosporen mit meist netzig verbundenen Verdickungsleisten, weiß; Mikrosporen linsenförmig zusammengedrückt mit massivem Aquatorialring, gelblich-hyalin, an der Basalseite mit unregelmäßigen Höckern besetzt.

A. Sprosse kriechend und wurzelnd oder klimmend, oft sehr lang und hoch aufsteigend; Stengel glatt, unbehaart, etwas zusammengedrückt: 391. *S. scandens* (P. B.) Spring; Seitenzweige 1. Ordnung an der Basis doppelt, sonst nur einfach vielfiederig verzweigt; Seitenb. schief länglich-eiförmig, ohne basale Ohren, stumpflich mit aufgesetzter, kurzer Borstenspitze, an beiden Rändern mit sparsamen Haarzähnen besetzt; Mittelb. eiförmig, lanzettlich mit Grannenspitze, sparsamen Haarzähnen an den Rändern, ohne Ohren an der Basis; Blüten bisweilen bis 4 cm lang; weit verbreitet im tropischen Westafrika von Liberia bis Gabun, seit 50 Jahren in den europäischen Gewächshäusern in Cultur (Fig. 407).

B. Sprosse bis $^1/_2$ m hoch, aus kriechenden Rhizomen aufrecht; Stengel pubescent behaart, stielrund: 392. *S. puberula* Klotzsch; Fiederzweige erster Ordnung jederseits mit meist nur 3 (selten 4—5) ungeteilten Fiederzweigen 2. Ordnung, Seitenb. aus herzförmiger Basis ei-sichelförmig, spitz, an den Rändern mit Haarzähnen, welche an der oberen Basis auf kurzen Blattzähnen aufsitzen; Mittelb. eiförmig, etwas schildförmig ansitzend, zugespitzt, mit Borstenspitze, an den Rändern mit Haarzähnen, Blüten kaum über 6 mm lang; in Britisch Guyana.

Unterreihe 2. *Pleiostelicae.* Aufsteigende Hauptstengel mit mehreren Gefäßbündelstelen.

§. 1. Gruppe der *S. Lyallii.* Größere Arten, welche aus besonderem, in der Erde kriechendem, mit Niederblättern radiär besetztem, eine hohle cylindrische Gefäßbündelstele aufweisendem Rhizom, welches sich als solches verzweigen und so der vegetativen Vermehrung dienen kann, aufrechte, unten unverzweigte (gestielte), oberhalb wedelartig, wiederholt fiederig verzweigte und hier durchaus dorsiventral ausgebildete Sprosssysteme treiben; St. mit 4 Hauptstelen und einer Anzahl accessorischer Stelen, welche zwischen den Hauptstelen Anastomosen bilden; Blüten oft mit mehr als einem Makrosporangium; Makrosporen unrein weiß, netzig-runzelig; Mikrosporen gelblich-hyalin mit höckerigem, äquatorialem Ring.

A. Seitenzweige 3. Ordnung meist ungeteilt oder doch nur die unteren der untersten Seitenzweige 2. Ordnung 1—2mal gabelig geteilt; Sprossglieder bis 1 cm und etwas darüber breit (Seitenb. eingeschlossen): 393. *S. laevigata* (Lam.) Bak., (syn. *S. pectinata* (Wild.) Spring); bis $^1/_2$ m hohe, schöne Art; Seitenb. eirund-sichelförmig, sehr spitz, kahl, an der Basis herablaufend bis 6 mm lang; Blüten bis 3 cm lang; außer 1—3 Makrosporangien an der Basis zeigt die Hauptform oft noch 1—2 in der Mitte und auch an der Spitze der Blüten; Makrosporen gelblich-weiß, überall netzig-runzelig, Mikrosporen an der Basalseite netzig-grubig; in Madagaskar. — Var. *brachystachys* Hieron. n. v. mit etwas breiteren Zweigen, nur $1^1/_2$ cm langen Blüten, welche an der Basis bis etwa 10 Makrosporangien tragen, ist vermutlich das Erzeugnis eines trockenen Standortes; in Nordmadagaskar.

B. Seitenzweige 3. Ordnung bisweilen noch fiederig verzweigt, Seitenzweige 2. Ordnung bis über die Mitte der Seitenzweige 1. Ordnung fiederig verzweigt; Sprossglieder bis 8 mm breit (Seitenb. eingeschlossen): 394. *S. Lyallii* Spring, bis $^1/_2$ m hohe schöne Art (Fig. 408); Seitenb. eirund oder eirund-länglich, kurz zugespitzt, kahl, herablaufend, nicht über 5 mm lang; Blüten kaum über $1^1/_2$ cm lang, nur an der Basis mit 1—3 Makrosporangien; Makrosporen bräunlich oder rötlich-weiß, zwischen den Scheitelkanten unregelmäßig höckerig, an der Basalseite netzig-runzelig; Mikrosporen mit niedrigen Höckern an der abgerundeten Seite; die auf den Boden gelangten Spross- und Blütenspitzen dieser Art bilden sich in kleine Rhizome um und erzeugen neue Pflanzen; in Madagaskar heimisch, seit 40 Jahren in Cultur in den botanischen Gärten.

Reihe 2. *Articulatae.* Hauptstengel gegliedert, wenn auch (besonders in der 1. und 2. Gruppe) die Articulationen nicht immer deutlich ausgeprägt und sichtbar sind; Makrosporen stets mit netzig verbundenen Verdickungsleisten; Mikrosporen hyalin mit Verzierungen verschiedener Art (nicht von allen Arten bekannt).

Unterreihe 1. *Monostelicae.* Hauptstengel wie die Zweige nur mit einer Gefäßbündelstele.

§. 1. Gruppe der *S. remotifolia.* Schösslinge kriechend, nicht in Ausläufer auswachsend oder solche treibend, überall dorsiventral ausgebildet; B. überall verschiedengestaltig: 395. *S. remotifolia* Spring (syn. *S. involucrata* Warb.) im Habitus der *S. Kraussiana* sehr ähnlich und von Baker mit derselben vereinigt, unter-

Fig. 408. *Selaginella Lyallii* Spring. — *A* Habitusbild einer ganzen Pfl., auf 1/4 verkleinert. — *B* Habitusbild eines untersten Seitenzweiges 2. Ordnung in nat. Gr. Die Spitze und eine Blütenachse eines nach oben gerichteten Zweiges haben sich in neue junge Pflanzen umgebildet. — *C* Zweigstück mit Blüte. Vergr. 4/1. — *D* Zweigstück mit einem Seitenb. und einem Mittelb. von der Schattenseite gesehen. Vergr. 12/1. *E* Sporophyll, in dessen Achsel sich ein Makrosporangium befand, von innen gesehen. Vergr. 10/1. — *F* Reifes Makrosporangium geöffnet. Vergr. 10/1. — *G* Makrospore von der Seite gesehen. Vergr. 20/1. — *H* Sporophyll, in welchem sich ein Mikrosporangium befand. Vergr. 10/1. — *J* Mikrosporangium. Vergr. 10/1. — *K* Zwei Mikrosporen in verschiedenen Lagen. Vergr. 300/1. (Alles Original.)

scheidet sich außer durch den monostelischen St. auch noch durch größere, gerundete äußere Ohren der Mittelb.; in Sumatra, Java und Japan (?).

§. 2. Gruppe der *S. stolonifera*. Sprosse meist von der Basis an verzweigt (keine deutlich gestielten wedelartigen Sprosssysteme bildend), kriechend oder aufsteigend mit mehr oder weniger deutlicher Articulation der Hauptstengel und mehr oder weniger deutlich dimorphen B. an diesen, oft an der Spitze in Ausläufer auswachsend oder solche an der Basis treibend; Hauptst. stielrund oder vierkantig; Zweige dorsiventral gebaut; Seitenb. auf der Unterseite des Stengels ansitzend. Mikrosporen hyalin oder gelblich-hyalin, anscheinend bei allen Arten mit kegel- bis köpfchenförmigen Höckern.

A. Mittelblätter mit ungeteiltem Ohr, schildförmig angeheftet. — **Aa.** Seitenb. am Grunde gleichfalls einöhrig und schildförmig. — **Aaα.** Seitenb. meist schon frühzeitig nach hinten und unten zusammengelegt; Schösslinge aufsteigend: 396. *S. distorta* (Mart.) Spring, mit sparrig ausgebreiteten Verzweigungen, eiförmigen, spitzen Seitenb., in Brasilien. — 397. *S. Urbani* Hieron. n. sp., mit weniger sparrigen Verzweigungen und rundlich eiförmigen, stumpfen, mit deutlichem hyalinen Hinterrande und zahlreicheren Wimpern versehenen Seitenblättern; ebenfalls in Brasilien. — **Aaβ.** Seitenblätter gewöhnlich flach ausgebreitet, nur hier und da im Alter zurückgeschlagen, Schösslinge kriechend niederliegend. — **AaβI.** Zweige ebenfalls liegend: 398. *S. intacta* Bak. mit bis 15 cm langen, reich verzweigten Schösslingen, unbewimperten Blättern; in Ecuador. — 399. *S. excurrens* Spring mit kaum 15 cm langen, wenig verzweigten Schösslingen und wenig und sehr kurzbewimperten Blättern; in Südbrasilien. — 400. *S. Moseni* Hieron. mit bis $^1/_3$ m langen, reich verzweigten Schösslingen und mit zahlreichen Wimpern versehenen Blättern; in Minas Geraës, Brasilien. — 401. *S. macroclada* Bak. ebenfalls mit weit kriechenden, bis über $^1/_3$ m langen Schösslingen, an der oberen Basis kurz gewimperten Seitenblättern, nicht gewimperten Mittelblättern, gehört vielleicht hierher, doch sind die Blüten derselben bisher unbekannt; in Britisch-Guiana. — **AaβII.** Zweige aufrecht oder aufsteigend: 402. *S. marginata* (Humb. Bonpl.) Spring, mit linear-länglichen, spitzen Seitenblättern; in Guiana und Brasilien. — 403. *S. Burchellii* Hieron. n. sp., mit eiförmigen, stumpfen Seitenblättern und schmäler berandeten, mit längeren Wimpern versehenen Mittelblättern; in Brasilien. — **Ab.** Seitenb. am Grunde zweiöhrig: 404. *S. stolonifera* (Sw.) Spring, mit sehr spitzen, auf der Aligularseite gekielten Seitenb. und an der abgerundeten Seite mit nadelförmigen Höckern besetzten Mikrosporen; auf den westindischen Inseln Cuba, Portorico, Santo Domingo.

B. Mittelb. zweiöhrig: 405. *S. filicaulis* Sodiro, dünnstengelige, weit ausgebreitete und verzweigte Art, mit an der Basis mit kurzem Ohr versehenen, gewimperten Seitenb., ungleichen Ohren der Mittelb.; Mikrosporen unbekannt; in Ecuador.

§. 3. Gruppe der *S. subarborescens*. Sprosse aus kriechender, Ausläufer treibender Basis in ein aufrechtes, lang gestieltes, oben im Umriss dreieckiges oder fächerartig ausgebreitetes, wiederholt fiederig verzweigtes Sprosssystem ausgehend. Die B. des kriechenden Teiles von einerlei Gestalt; St. fast gleichseitig vierkantig, die medianen Kanten oft abgerundet; Seitenb. auf der Rückseite des Stengels. Mikrosporen oft mit höckerigem oder stacheligem Ring.

A. Mittelb. mit einem einzigen Ohr, schildförmig angeheftet (ein zweites inneres Ohr ist zuweilen durch ein kleines Läppchen angedeutet). — **Aa.** Seitenb. an der oberen Basis ohne oder mit einem kaum angedeuteten Öhrchen, die untere Basis herzförmig ausgeschnitten, aber kaum ohrartig verlängert: 406. *S. subarborescens* Hook. (*S. euryclada* Al. Br.), sehr ansehnliche Art mit fächerartig ausgebreiteten Sprosssystemen, deren letzte Zweige sehr lang und breit sind und an der verschmälerten Spitze mehrere vereinigte Blüten tragen; am Alto Amazonas in Brasilien. — 407. *S. Parkeri* (Hook. et Grev.) Spring ex parte, fast ebenso ansehnliche Art, deren wedelartige Sprosssysteme im Umriss aber mehr pyramidal sind; die Zweige lang gefiedert, die letzten Zweigchen kurz mit einer einzigen Blüte; die Seitenb. am vorderen Rande bleich mit durchscheinendem Nerv; in Guyana. — **Ab.** Seitenb. an der oberen Basis ohne oder mit einem kaum angedeuteten Öhrchen, die untere Basis mit länger vorgezogenem Ohr: 408. *S. pedata* Klotzsch (*S. nodosa* Kunze), kleinblätteriger als *S. Parkeri*; der Nerv der Seitenb. nicht durchscheinend, die Makrosporen mit lockeren, netzartigen Verdickungsleisten, Mikrosporen mit höckerigem, äquatorialem Ring und unregelmäßigen Höckern an der abgerundeten Seite; in Guyana und bei Para.

B. Mittelblätter mit 2 Ohren, das äußere, breitere zuweilen schildförmig angeheftet, das innere, schmälere stark verlängert. — **Ba.** Seitenb. am Grunde oben ohne, unten mit einem kleinen Ohr: 409. *S. Vanheurckiana* Spring (*S. fragilis* Al. Br.), dünnstengeliger und

lockerer als *S. pedata*, zerbrechlich; die Spitze des Wedels zuweilen stolonenartig auswachsend, das Öhrchen der Seitenbl. stark einwärts gekrümmt; Mikrosporen hyalin mit stacheligem, äquatorialem Ring, sonst glatt; am Alto Amazonas. — **Bb.** Seitenb beiderseits geöhrt. — **Bbα.** Das obere Ohr länger, spornförmig: 410. *S. calcarata* Al. Br. (*S. stellata* Spring), dünnstengelig und von weniger entschieden wedelartigem Wuchs, mit langen, peitschenartigen Stolonen, zuweilen auch an der Spitze der Wedel; Seiten- und Mittelb. scharf zugespitzt; das schmale innere Ohr der letzteren quer abstehend; Mikrosporen mit höckerigem, äquatorialem Ring und kleinen, rundlichen Höckern an der abgerundeten Seite; in Guyana und bei Para. — **Bbβ.** Beide Ohren fast gleich groß und lang: 411. *S. asperula* (Mart.) Spring, zeichnet sich durch schmale starre Zweige mit kurzen, dicht ziegelartig sich deckenden Seitenblättern aus; in Peru und im tropischen Brasilien.

§. 4. Gruppe der *S. exaltata*: Schösslinge weit verzweigt spreizklimmend. Gefäßbündelstele des Hauptstengels mit 2—3 Hydromkörpern: 412. *S. exaltata* (Kunze) Spring; Sprosse bisweilen bis 20 m lang, 3—4-fach fiederig verzweigt, Zweige mehr oder weniger behaart; Seiten- und Mittelb. am Hauptstengel und den Hauptzweigen fast gleich groß; Mittelb. hier jederseits mit mehr oder weniger deutlichen abgerundeten Öhrchen an der Basis; Seitenb der übrigen Zweige länglich-lanzettlich, sichelförmig, spitz, ohne basale Öhrchen; Mittelb. derselben etwas über ein Drittel so lang, als die Seitenb, sichelförmig, kurz stachelspitzig, ohne Öhrchen, aber an der äußeren Seite ziemlich lang herablaufend, beide ohne Randwimpern. Mikrosporen mit kurz kegel- bis köpfchenförmigen Höckern an der abgerundeten Seite. Die Art ist verbreitet vom östlichen Peru über Panama nach Guatemala, auffallende Urwaldspflanze. In den Herbarien finden sich gewöhnlich nur Seitenzweige erster Ordnung, die ziemlich lang und wie alle Seitenzweige nicht articuliert sind, worauf bei der Bestimmung zu achten ist.

Unterreihe 2. *Pleiostelicae.* Der Stengel enthält meist 2 lateral verlaufende Stelen, selten 3 bis 5.

§. 1. Gruppe der *S. sulcata.* Sprosse kriechend oder etwas aufsteigend, überall verzweigt, keine deutlich gestielten wedelartigen Verzweigungssysteme tragend; B. von der Basis an verschiedengestaltig. Mikrosporen (bei den meisten bekannt) anscheinend stets mit kurz kegel- bis nadelförmigen Höckern an der abgerundeten Seite.

A. Mittelblätter mit einem ungeteilten, schildförmig angehefteten Ohr. — **Aa.** Seitenb. mit längerem oberem, kürzerem unterem Ohr. — **Aaα.** Die Wimpern an den Ohren der Blätter kurz: 413. *S. sulcata* (Desv.) Spring, mit fast im Querschnitt quadratischem, oberseits zweifurchigem Stengel und genau seitlich angehefteten Seitenb.; im südlichen Brasilien. — 414. *S. eurynota* Al. Br., mit durch stärkere Entwickelung der Bauchfläche plattgedrücktem St., an der Oberseite desselben stehenden Seitenb.; ist lockerer beblättert als *S. sulcata* und hat kleineres oberes Ohr der Seitenb., als diese; in Costa Rica. — **Aaβ.** Die Wimpern an den Ohren der Blätter sind sehr lang: 415. *S. horizontalis* (Presl) em. Al. Br., ähnlich der *S. sulcata*, aber etwas kleiner, in Peru und in Südamerikanisch-Columbien. — **Ab.** Seitenb. mit längerem unterem, kürzerem oberem Ohr: 416. *S. Humboldtiana* Al. Br., in der Tracht an *S. sulcata* erinnernd, am Orinoco. — **Ac.** Seitenb mit kurzem unterem Ohr; ein oberes Ohr ist nicht vorhanden; 417. *S. sylvatica* Bak. mit aufsteigenden Schösslingen und aufrecht abstehenden Zweigen; bei Panama. — **Ad.** Seitenb. mit kurzen, ungefähr gleich langen Ohren: 418. *S. microtus* Al. Br., mit oben plattem Stengel und an der Oberseite desselben stehenden, fast gleichseitigen Seitenb., welche nebst den Mittelb. überall locker gestellt sind; in Ecuador. — In die Verwandtschaft der letzteren Art gehört nach Al. Braun 419. *S. sertata* Spring von Panama, doch ist deren Stellung bei den Articulaten nach der Spring'schen Beschreibung zweifelhaft.

B. Mittelb. mit gerundetem äusseren Ohr (das innere unausgebildet); Seitenb. ohne Ohren: 420. *S. Kraussiana* (Kunze) Al. Braun (syn. *S. hortensis* Mett.) mit länglich-lanzettlichen, spitzen Seitenb. und grünem Stengel; in Südafrika. — 421. *S. rubella* Moore mit schief-länglichen, stumpfen Seitenb. und rötlichem Stengel, in Cultur in den botanischen Gärten seit 1870, stammt vielleicht aus Guatemala. — 422. *S. Poulteri* Hort. Veitch. mit kürzeren abgerundet-eiförmigen, stumpfen und kleinen Seitenb und grünem Stengel; auf den Azoren.

C. Mittelb. mit zwei getrennten Ohren (das innere Ohr zuweilen nur angedeutet). — **Ca.** Seitenb. ohne Ohren (ein oberes fehlt ganz, ein unteres ist durch einen kleinen Ausschnitt am Grunde des Blattes mehr oder weniger angedeutet): 423. *S. Pöppigiana* (Hook. et Grev. part.) Spring ex parte, Al. Braun emend., kräftige Art mit niedergedrückten Schösslingen mit aufsteigenden Zweigen und Spitzen, locker beblättert; die Gefäßbündelstelen verlaufen im Stengel sehr nahe bei einander; Seitenb. eiförmig bis breit-lanzettlich, Gabel- oder

Axillarb. wenig kürzer und ebenso breit als die Seitenb.; Makrosporen mit sehr engen Areolen zwischen den Netzleisten; in Ecuador und Südamerikanisch-Columbien. Eine Abart Var. *peruviana* Al. Braun mit größerem, fast schildförmigem, äußerem Ohr der Mittelb.; in Peru. — 424. *S. lingulata* Spring gehört nach Sodiro hierher und unterscheidet sich von *S. Pöppigiana* durch länglich-sichelförmige nicht in eine grannenartige Spitze auslaufende Mittelb.; in Ecuador und Südamerikanisch-Columbien. — 425. *S. affinis* Al. Braun (syn. *S. Poeppigiana* γ. Spring) mit vom Grunde an aufsteigenden Schösslingen, oben dichter und kammartig beblättert, als *S. Poeppigiana*; Seitenb. schmäler, lanzettförmig; Gabel- oder Axillarb. halb so lang und schmäler als die Seitenb.; Makrosporen mit oft sehr großen Areolen zwischen den netzartig verbundenen Verdickungsleisten; in Guyana. — 426. *S. epirrhizos* Spring, im Wuchs der vorigen ähnlich, aber in allen Teilen einfacher verzweigt, die Seitenb. gegen den oberen Rand membranös und farblos; in Guyana. — **Cb.** Seitenb. mit einem oberen Ohr (das untere durch einen kleinen Ausschnitt angedeutet): 427. *S. articulata* (Kunze) Spring, schöne, großblätterige Art mit 3 Gefäßbündelstelen im Stengel; in Peru. — 428. *S. sericea* Al. Braun, in der Tracht ähnlich der *S. articulata* mit sehr fein, aber deutlicher gezähnelten Blättern und nur 2 Stelen im Stengel; in Ecuador. — **Cc.** Seitenb. mit einem unteren Ohr (das obere ganz fehlend oder kaum angedeutet): 429. *S. Kunzeana* Al. Braun, schmächtige, locker beblätterte Art, niedergestreckt mit aufsteigenden Zweigen und Spitzen; das Ohr an der unteren Blattbasis einwärts gekrümmt; von Peru bis Südamerikanisch-Columbien verbreitet. — 430. *S. suavis* Spring ex parte, Al. Braun emend. mit aufsteigenden Schösslingen, oben dicht kammartig beblättert; das Ohr an der unteren Blattbasis auswärts gebogen und absteigend; im südlichen Brasilien. — 431. *S. anisotis* Sodiro, schlanke, mit starren, einander nahestehenden Blättern versehene Art; das Ohr an der unteren Seitenblattbasis gerade zahnförmig; in Ecuador. — **Cd.** Seitenb. mit oberem und unterem Ohr. — **Cdα.** Die Haarzähne und kurzen Wimpern am Grunde der B. nicht über 0,08 mm lang, stets einzellig: 432. *S. Lindigii* Al. Braun; St. im Querschnitt fast quadratisch, oben zweifurchig; in der Tracht ist diese Art der *S. Kunzeana* ähnlich, aber die Seitenblätter haben ein fast spornartig verlängertes oberes Ohr; das untere Ohr ist klein und etwas auswärts gebogen; die Mittelb. haben einen schmalen, hyalinen Rand und ein breites äußeres und schmales abstehendes inneres Ohr; in Ecuador und in Südamerikanisch-Columbien. — 433. *S. Eggersii* Sodiro soll mit der vorigen nahe verwandt sein, unterscheidet sich durch den im Querschnitt nicht quadratischen Stengel, durch den gewimperten oberen Rand der Seitenb. und durch kürzere Ohren der Mittelb.; in Ecuador. — 434. *S. Lorentzii* Hieron., ähnlich und ebenfalls nahe verwandt der *S. Lindigii*, aber dichter beblättert; Seitenb. größer mit längerem oberen und rechtwinkelig abstehendem, größerem unteren Ohr; die Mittelb. ohne hyalinen Rand, breiter; im Norden von Argentinien. — **Cdβ.** Die Wimpern der Blätter über 0,08 mm lang, bisweilen bis 0,7 mm, und zum Teil mehrzellig (gegliedert). — 435. *S. Galeottei* Spring, locker beblättert mit nur wenigen gegliederten Wimpern an den Ohren am Grunde der Blätter; Mittelb. kurz gespitzt, deutlich zweiohrig; in Mexiko. — 436. *S. mnioides* (Sieber) Al. Braun (syn. *S. mnioides* β *ciliata* und *S. ciliauricula* Spring), nach oben zu etwas dichter beblätterte Art mit zahlreichen Wimpern am oberen Rande der Seitenb., bisweilen bis über die Mitte herauf; Wimpern nicht über 0,18 mm lang; Mittelb. länger gespitzt mit kürzerem innerem Ohr. Var. *minor* A. Br. (*S. cirrhipes* Spring), kleiner, das innere Ohr der Mittelb. sehr klein oder fast fehlend; in Südamerikanisch-Columbien, Venezuela und Trinidad. — 437. *S. biauriculata* Hieron. n. sp., ähnlich der vorigen Art, St. bisweilen etwas rötlich angelaufen; Articulationen selten ausgebildet; Seitenb. mit langem, hyalinem, langbewimpertem, spornartigem, nach unten gebogenem Ohr an der oberen und kürzerem, ebenfalls bewimpertem Ohr an der unteren Basis, am oberen Rande mit nach der Spitze zu in kleine Haarzähne übergehenden Wimpern versehen, am unteren Rande mit Ausnahme der mit kurzen Haarzähnchen versehenen Spitze und dem gewimperten Ohr ganzrandig; Mittelb. breit eiförmig, zugespitzt mit breitem, grünem, abgestutztem, viereckigem, langbewimpertem äußeren Ohr und deutlichem, rechtwinkelig abstehendem, langbewimpertem, hyalinem, kleinerem inneren Ohr, am Rande überall langbewimpert; Blüten 3—4 mm lang; in Brasilien. — 438. *S. atirrensis* Hieron. n. sp., ebenfalls ähnlich den vorigen, aber die Zweige weniger breit, kaum bis 4 mm breit (Seitenb. eingeschlossen); St. strohgelblich; Articulationen selten ausgebildet; Seitenb. ungleichseitig, lanzettlich, mit kurzem, breitem, hyalinem, etwas nach unten vorgezogenem oberen Ohr, welches nebst dem aus sklerotischen Zellen bestehenden weißen oberen Rande, dieser bis zur Mitte, mit sehr langen (bis 0,7 mm) meist gegliederten Wimpern besetzt ist; oberer Rand nach der Spitze zu mit kurzen Haarzähnen; unterer Rand ohne Haarzähne, nur das verkümmerte, sehr kurze untere Ohr bisweilen mit 1—2 längeren Wimpern; Mittelb.

eirund-lanzettlich, lang zugespitzt, mit breitem, grünem, abgerundetem, mit 3—5 langen Wimpern besetztem äußeren und wenig ausgebildetem, abgerundetem, hyalinem inneren Ohr und mit sklerotischem, weißem Rande beiderseits, am äußeren Rande gegen die Spitze am oberen Rande fast überall mit kurzen Haarzähnen besetzt, an letzteren bisweilen an der Basis mit 1—2 längeren Wimpern; Blüten bis 5 mm lang; in den Gebirgen der Provinz Cartago von Costarica. — 439. *S. macrophylla* Al. Br., großblätterigere Art als die vorigen; die Ohren der Seitenb.ätter sind klein, das untere ohne Wimpern; das innere Ohr der Mittelb. ist kaum angedeutet; in Bolivien. — 440. *S. diffusa* (Presl) Spring, noch dichter beblättert als *S. mnioides*; die Seitenb. spitzer, gegen die Basis am oberen Rande sehr verbreitert und bleich, lang und stark bewimpert; beide Ohren der stark bewimperten Mittelb. ausgebildet; in Panama.

§. 2. Gruppe der *S. geniculata*: Sprosse aus kriechendem, Ausläufer treibendem Grunde in ein langgestieltes, oberhalb fächerartig ausgebreitetes, bis 4-fach fiederig verzweigtes, wedelartiges Verzweigungssystem ausgehend. St. mit 2—4 (5) Gefäßbündelstelen, auf der dem Boden zugekehrten Bauchseite flach oder einkantig, auf der Rückenseite zweifurchig; Mikrosporen mit kegelförmigen Höckern an der abgerundeten Seite.

A. Mittelb. mit großem, schildförmig angeheftetem Ohr, das jedoch meist einen kleinen Lappen (Andeutung eines inneren Ohres) auf der Innenseite zeigt. — **Aa.** Seitenb. an der oberen Basis ohne Ohr oder mit einer schwachen Spur eines solchen, untere Basis gerundet herzförmig: 441. *S. geniculata* (Presl erweitert) Al. Br. mit 2 nicht scharf zu trennenden Unterarten: 1) *S. elongata* Klotzsch (syn. *S. geniculata* Spring und *S. ferruminata* Spring) mit kleineren, schmäleren Seitenb. und sehr verlängerten, gefiederten Zweigen, 2) *S. conduplicata* Spring mit breiteren Seitenb. Die aufsteigenden Stiele der wedelartigen Sprosssysteme zeigen 2 Gefäßbündelstelen im Querschnitt, ebenso dünnere kriechende Teile der Ausläufer, sehr starke kriechende Teile zeigen außer den beiden lateralen Hauptstelen noch 3 accessorische, von denen 2 dorsal und 1 ventral liegen. Beide Unterarten verbreitet von Nordbrasilien bis nach Peru, Südamerikanisch-Columbien und Costarica. — **Ab.** Seitenb. mit kleinem oberen Ohr, an der unteren Basis abgestutzt: 442. *S. tomentosa* Spring, mit haarigem St., dessen Querschnitt 4—5 Stelen zeigt, außer den beiden lateralen noch je eine dorsale und ventrale und bisweilen eine fünfte; auf der Insel Gorgona an der Westküste von Südamerikanisch-Columbien und auf dem Isthmus von Panama.

Im folgenden zähle ich eine immerhin noch bedeutende Anzahl von sämtlich der Untergattung *Heterophyllum* angehörenden Arten auf, die in der vorstehenden Übersicht nicht aufgenommen worden sind. Von den meisten derselben lagen mir keine oder doch keine sicher bestimmten Exemplare vor, zugleich sind die vorhandenen Beschreibungen derselben meist so mangelhaft, dass es nicht einmal möglich ist, diese Arten in die Sectionen, geschweige denn in die Gruppen zu verteilen. Eine geringe Anzahl derselben ist mir zwar bekannt, jedoch sind Blüten dieser Arten nicht beschrieben worden und auch an den mir vorliegenden Exemplaren nicht vorhanden. Oder die Exemplare sind aus anderen Gründen mangelhaft, und es erlauben die den vegetativen Teilen derselben zu entnehmenden Kennzeichen nicht mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit, diese Arten einzuordnen. Die Aufklärung über die Stellung aller dieser Arten in dem von mir aufgestellten System muss daher der Zukunft überlassen werden. Eine Anzahl derselben dürfte übrigens vermutlich mit einigen oben genannten Arten zusammenfallen, entweder völlig identisch sein oder doch nur Varietäten darstellen.

Arten der Untergattung *Heterophyllum*, deren Stellung vorläufig nicht zu bestimmen war:

443. *S. acanthostachys* Bak. (nordwestliches Peru), 444. *acutangula* Spring (Malaka), 445. *aequilonga* Christ (Westafrika), 446. *aggesta* Spring (Khasia), 447. *arenaria* Bak. (Nordbrasilien), 448. *armata* Bak. (Cuba), 449. *azorica* Bak. (Azoren), 450. *bahiensis* Spring (Ostbrasilien), 451. *barbata* Spring (Philippinen), 452. *Barklyi* Bak. (Round Island an der Küste von Mauritius), 453. *bombycina* Spring (Ostperu), 454. *brachyclada* Bak. (Britisch-Guyana), 455. *brachylepis* Christ (Quellgebiet des Amazonas), 456. *brevifolia* Bak. (Nordbrasilien), 457. *brevipes* Fée*) (Südbrasilien), 458. *caespitosa* Spring (Java), 459. *canescens* Fée (Südbrasilien), 460. *caribensis* Jenm. (Jamaica), 461. *cathedrifolia* Spring (Tropisches Westafrika), 462. *caudorhiza* Bak. (Surinam), 463. *cayennensis* Bak. (Franz. Guyana), 464. *cladostachya* Bak. (Goyaz, Brasilien), 465. *confusa* Spring (Jamaica), 466. *crassicaulis* (Hook. Grev.) Spring (Nepal), 467. *Crügeri* Jenm. (Trinidad),

468. *cryptogaea* Bak. (Nordbrasilien), 469. *debilis* Spring (Java, Malabarküste), 470. *decora* Lind. (Trop. Amerika), 471. *decrescens* Spring (Nordbrasilien), 472. *deltoides* Al. Br. (Nordbrasilien), 473. *demissa* Christ (Quellgebiet des Amazonas), 474. *dendricola* Jenm. (Britisch-Guyana), 475. *denudata* (Willd.) Spring (Jamaica und Martinique), 476. *depauperata* (Desv.) Spring (China), 477. *echinata* Bak. (Central-Madagaskar), 478. *elegans* (Desv.) Spring (Maskareneninseln), 479. *erectifolia* Spring (Südbrasilien), 480. *exigua* Spring (Hinterindien), 481. *expansa* Sod. (Ecuador), 482. *faucium* Liebm. (Mexiko), 483. *Fendleri* Bak. (Panama), 484. *Flabellum* (Desv.) Spring (Trop. Amerika), 485. *Goudotana* Spring (Central-Madagaskar), 486. *Huberi* Christ (Quellgebiet des Amazonas), 487. *humile* Jenm. (Trinidad), 488. *incurvata* Bak. (Mexiko), 489. *integerrima* Spring (Ceylon), 490. *Jamesoni* Bak. (Ecuador), 491. *japonica* Macnab (Japan), 492. *Jenmani* Bak. (Britisch-Guyana), 493. *Junghuhniana* Spring (Java), 494. *Kalbreyeri* Bak. (Kamerun), 495. *Lindbergii* Bak. (Minas Geraës, Brasilien), 496. *Lindenii* Spring (Mexiko), 497. *longissima* Bak. (Südamerikanisch-Columbien), 498. *macilenta* Bak. (Ecuador), 499. *Macgillivrayi* Bak. (Pinesinseln), 500. *Mackenii* Bak. (Südafrika), 501. *Mariesii* Bak. (Japan), 502. *mazaruniense* Jenm. (Trinidad), 503. *merguina* Spring (Hinterindien), 504. *minima* Spring (Franz. Guyana), 505. *Mittenii* Bak. (Usassura, Centralafrika), 506. *Morgani* Zeill. (Malayische Halbinsel), 507. *muscosa* Spring (Südbrasilien), 508. *nicaraguensis* Bak. (Guatemala), 509. *nipponica* Franch. et Savat. (Japan), 510. *oligoclada* Bak. (Südamerik.-Columbien), 511. *ornithopodioides* Spring (Khasia), 512. *ovalis* Bak. (Nordbrasilien), 513. *ovifolia* Bak. (Portorico), 514. *pallida* Spring (Ostindien), 515. *panurensis* Bak. (Nordbrasilien), 516. *Pearcei* Bak. (Mexiko), 517. *pennata* Spring (Himalaya), 518. *Perrottetii* Spring (Guiana), 519. *philippina* Spring (Philippinen), 520. *pinangensis* Spring (Insel Pinang, Ostindien), 521. *polycephala* Bak. (Südamerik.-Columbien), 522. *prasina* (Cuba), 523. *radicans* (Bory) Spring (Ostindien), 524. *regularis* Bak. (Ostperu), 525. *reticulata* Spring (Ostindien, Sundainseln), 526. *revoluta* Bak. (Venezuela), 527. *rhodospora* Bak. (Cuba), 528. *rigidula* Bak. (Südamerik. Columbien), 529. *rodrigueziana* Bak. (Insel Rodriguez), 530. *roraimensis* Bak. (Brit.-Guyana), 531. *rotundifolia* Spring (Westindien), 532. *Roxburghii* (Hook. Grev.) Spring (Vaterland unbekannt), 533. *Savatieri* Bak. (Japan), 534. *schizobasis* Bak. (Mexiko), 535. *Sechellarum* Bak. (Seychelleninseln), 536. *Seemanni* Bak. (Südamerik.-Columbien), 537. *setigera* Jenm. (Jamaica), 538. *setosa* Lind. (Columbien), 539. *shensiensis* Christ (China, Japan), 540. *sinensis* (Desv.) Spring (China), 541. *stipulata* (Blume) Spring (Java), 542. *strobilifera* Christ (Quellgebiet des Amazonas), 543. *subcaulescens* Bak. (Cuba), 544. *suberecta* Bak. (Malaka), 545. *Swartzii* Spring (Ostindien?), 546. *tarapotensis* Bak. (Nördliches Peru), 547. *tectissima* Bak. (Transvaal), 548. *tenella* (Desv.) Spring (Ostindien), 549. *tenuissima* Fée (Südbrasilien), 550. *trifurcata* Bak. (Nordbrasilien), 551. *triuncialis* Sodiro (Ecuador), 552. *tuberculata* Spruce (Nordbrasilien), 553. *vaginata* Spring (Bootan und Khasia), 554. *valdepilosa* Bak. (Brit.-Guyana), 555. *vernicosa* Bak. (Brit.-Guyana), 556. *vestiens* Bak. (Goyaz, Brasilien), 557. *virescens* Spring (Ostindien), 558. *Wallisii* Reg. (Südamerika), 559. *Welwitschii* Bak. (Angola).

Register der im systematischen Teil aufgeführten Arten.

Abyssinica 158, acanthostachys Bak. 443, acutangula 444, aenea 111, aequilonga 445, adunca 46, affinis 69, 425, africana 72, aggesta 446, Aitchisonii 44, albidula 258, albomarginata 116, albonitens 153, alopecuroides 231, alutacea 287, amazonica 25, 131, ambigua 165, amphirrhizos 379, anceps 105, 129, aneitense 371, angustiramea 121, anisotis 431, anocardia 261, anomala 254, applanata 204, apus 257, arabica 52, arbuscula 76, Arechavaletae 26, arenaria 11, 447, arenicola 11, argentea 93, aristata 323, armata 448, articulata 427, Aschenbornii 39, aspericaulis 353, asperula 411, assurgens 191, atirrensis 438, atroviridis 221, aureola 325, auriculata 211, australiensis 375, azorica 449. — Bahiensis 450, Bakeriana 377, Balansae 28, Balfourii 385, bancana 266, barbata 451, Barklyi 452, Beccariana 252, Belangeri 273, bellula 347, biauriculata 437, biformis 99, Bigelowii 9, binervis 171, birarensis 332, bisulcata 243, Blumei 224, Bolanderi 35, bombycina 453, boninensis 289, borealis 45, Bourgeaui 18, brachyclada 454, brachylepis 455, brachystachya 238, Brackenridgei 288, brasiliensis 260, Braunii 73, brevicaulis 207, brevifolia 456, brevipes 101, 457*), Breynii 210, breynioides 86, brisbanensis 376, bryoides 4, 13, Bryopteris 63, Buchholzii 272, bubbillifera 150, Burbidgei 251, Burchellii 403. — Caesia 341, caesia arborea 372, caespitosa 458, caffrorum 30, calcarata 410, californica 75, calophylla 276, calosticha 209, campylotis 214, canescens

*) *S. brevipes* Fée (1869) möge wegen *S. brevipes* Al. Br. (1867) in *S. Féei* Hieron. umgetauft werden.

459, capensis 31, caribensis 460, Carioi 179, cataphracta 388, cathedrifolia 461, caudata 346, caudorhiza 462, caulescens 89, cavifolia 201, cayennensis 463, ceylanica 290, chilensis 365, Chrismari 10, chrysocaulos 318, chrysoleuca 139, chrysorrhizos 321, ciliaris 175, ciliata 142, ciliauricula 436, cinerascens 13*), cirrhipes 436, cladorhizans 163, cladostachya 464, coarctata 132, cochleata 230, Commersoniana 381, concinna 384, conduplicata 441, conferta 166, confusa 465, consimilis 263, contigua 234, convoluta 65, Cooperi 200, cordifolia 168, costaricensis 127, crassicaulis 466, crassipes 324, cristata 271, Crügeri 467, cryptogaea 468, Cumingiana 226, Cunninghami 261, cupressina 104, 174, cuspidata 58, cyanea 306. — **Dalzellii** 311, debilis 469, decipiens 143, decomposita 218, decora 470, decrescens 471, decurrens 367, deflexa 2, delicatissima 182, delinquescens 389, deltoides 472, demissa 473, dendricola 474, densifolia 187, denticulata 198, denudata 475, depauperata 476, depressa 199, didymostachya 193, diffusa 440, digitata 54, Dinklageana 72, distans 94, distorta 396, Douglasii 180, Drègei 32, D'Urvillaei 368. — **Echinata** 477, Eggersii 433, elegantissima 315, elegans 478, elongata 441, Emmeliana 57, Engelmanni 17, Engleri 374, epirrhizos 426, erectifolia 479, ericoides 196, erythropus 123, 124, eublepharis 71, eurycephala 270, euryclada 406, eurynota 414, eurystachya 342, exaltata 412, exasperata 267, excurrens 399, exigua 480, expansa 481, extensa 41. — **Falcata** 390, faucium 482, Féei 457, Anm., Fendleri 37**), 483, S. ferruminata 441, filicaulis 405, fimbriata 240, firmula 84, firmuloides 109, 110, fissidentoides 378, flabellata 130, flabelloides 106, Flabellum 484, flaccida 348, flagellata 164, flexuosa 194, fragilis 409, frondosa 108, fruticulosa 386, fulcrata 74. — **Galeottei** 435, Gardneri 195, gastrophylla 364, Gaudichaudiana 370, geniculata 441, glauca 317, Goetzei 160, gorvalensis 245, Goudotana 485, Grabowskyi 222, gracilis 355, grandis 140, Griffithii 100, 101, guatemalensis 186, Guichenotii 346, guyanensis 235. — **Haematodes** 125, Haenkeana 79, Hanseni 40, Hartwegiana 80, Harveyi 283, Haydeni 20, Helferi 373, helvetica 177, heterostachys 312, Hildebrandtii 294, hirticaulis 174, Homaliae 212, Hookeri 144, hordeiformis 87, horizontalis 415, Hornei 338, hortensis 420, Huberi 486, Humboldtiana 416, humile 487, hypopterygia 351. — **Imbricata** 68, inaequalifolia 350, increscentifolia 149, incurvata 488, intacta 398, integerrima 489, intermedia 225, intertexta 278, involucrata 395, involvens 61. — **Jacquemontii** 45, Jagori 97, Jamesoni 490, japonica 491, Jenmani 492, Jouani 110, jungermannioides 205, Junghuhniana 493. — **Kärnbachii** 335, Kalbreyeri 494, Karsteniana 189, Kirkii 279, Kraussiana 420, Kunstleri 250, Kunzeana 429, Kurzii 310. — **Lacerata** 356, laevigata 372, 393, lanceolata 247, latifolia 141, latifrons 115, laxa 327, laxiflora 154, laxifrons 360, Lechleri 129, S. leoneensis 293, lepidophylla 55, leptoblepharis 78, leptophylla 284, leptostachya 259, S. Lindbergii 495, Lindenii 496, Lindigii 432, lingulata 424, Lizarzaburui 156, Lobbii 369, longicauda 246, longicuspis 202, longipila 21, longipinna 107, longispicata 67, longissima 497, Lorentzii 434, Ludoviciana 256, luzonensis 113, Lyallii 394, Lychnuchus 253. — **Macgillivrayi** 499, macilenta 498, Mackenii 500, Macraei 314, macroblepharis 333, macroclada 401, macrophylla 439, macrostachya 197, madagascariensis 304, magnifica 137, Magnusii 159, Mannii 295, marginata 402, Mariesii 501, Martensii 217, Mayeri 343, mazaruniense 502, megalura 358, megaphylla 239, megastachya 361, melanesica 118, Melleri 303, membranacea 386, Mendonçae 333, Menziesii 81, merguina 503, Mettenii 344, micoclada 237, microdendron 53, microphylla 178, microstachya 90, microtus 418, Mildei 25, miniatospora 322, minima 504, minutifolia 309, Mittenii 505, mnioides 436, Möllendorffii 102, Molleri 292, molliceps 296, mollis 151, mongholica 49, monospora 236, montanensis 15, montevideensis 33, Morgani 506, Moritziana 147, Moseni 400, motiensis 354, Muelleri 120, muscosa 507, mutica 12, myosuroides 157. — **Nana** 339, neocaledonica 329, nicaraguensis 508, Niederleinii 208, nipponica 509, nitens 117, njamnjamensis 29, nodosa 408, Novae Guineae 119, novoleonensis 56, numularia 277, nutans 114. — **Oaxacana** 133, obesa 122, obtusa 382, oligoclada 510, oligophylla 269, oligostachya 249, opaca 248, Orbignyana 66, oregana 42, orinocensis 232, ornithopodioides 511, Ottonis 262, ovalis 512, ovifolia 513. — **Pallida** 514, pallidissima 176, panurensis 515, Parkeri 407, parvula 146, patula 169, Pearcei 516, pectinata 393, pedata 408, pelagica 340, pennata 517, Pennula 103, pentagona 112, perelegans 347, Perottetii 518, perpusilla 297, peruviana 34, Pervillei 70, phanotricha 282, philippina 519, picta 349, pilifera 59, pinangensis 520, plagiochila 167, plana 363, platybasis 213, plumea

---

*) Der Name *S. cinerascens* A. A. Eaton scheint dem Namen *S. bryoides* (Nutt.) vorgezogen werden zu müssen, da das *Lycopodium bryoides* Nutt. nicht »rite« publiciert zu sein scheint und auch wegen *S. bryoides* (Kaulf.) Hieron. wegfallen müsste.

**) *S. Fendleri* (Underw.) Hieron. muss wegen *S. Fendleri* Bak. umgetauft werden. Dieselbe möge den Namen *S. Underwoodii* Hieron. führen.

227, Pöppigiana 423, polyblepharis 308, polycephala 521, polystachya 362, polyura 92, porelloides 152, porphyrospora 162, portoricensis 192, Poulteri 422, Poulzolziana 352, prasina 522, Preissiana 5, Presliana 95, Preussii 161, Pringlei 60, producta 255, proniflora 273, protracta 77, pteriphyllos 96, puberula 392, pubescens 73, pulcherrima 98, pumila 3, pumilio 337. — Rabenavii 244, radiata 145, radicans 523, radicata 173, recurvifolia 275, reflexa 183, regularis 524, Reineckei 83, remotifolia 395, reptans 172, reticulata 525, revoluta 526, rhodospora 527, rhodostachya 264, Ridleyi 216, rigidula 528, rionegrensis 134, rodrigueziana 529, roraimensis 530, Rossii 48, rotundifolia 531, Roxburghii 532, rubella 421, rubricaulis 300, rupestris 19, rupincola 8. — Saccharata 181, samoënsis 286, sandvicensis 281, sanguinolenta 43, sarmentosa 170, Sartorii 38, Savatieri 533, scandens 391, Schaffneri 47, Schiedeana 185, schizobasis 534, Schmidtii 16, Schottmülleri 215, scoparia 85, Sechellarum 535, Seemanni 536, selaginoides 1, Sellovii 27, semicordata 345, sericea 428, serpens 206, serrulata 380, sertata 419, setigera 537, setosa 538, Shensiensis 539, siamensis 51, sibirica 22, similis 136, sinensis 540, Solmsii 220, somaliensis 50, Soyauxii 305, speciosa 138, spinosa 1, spinulosa 1, 265, Springii 82, Sprucei 142, squamifolia 331, squarrosa 242, Stauntoniana 69, stellata 410, stenophylla 184, stenostachys 328, stipulata 541, stolonifera 404, striolata 91, strobiformis 336, strobilifera 542, suavis 430, subarborescens 406, subcaulescens 543, subcordata 301, suberecta 544, suberosa 319, subsegregata 190, substipitata 188, sulcata 413, surculosa 383, Swartzii 545, sylvatica 417. — Tamariscina 62, tarapotensis 546, tectissima 547, tenella 548, tenera 313, tenerrima 291, tenuifolia 320, tenuissima Fée 549, tereticaulis 387, tomentosa 442, tonkinensis 326, tortipila 7, trachyphylla 229, trichobasis 228, trifurcata 550, trinervia 223, triuncialis 551, truncata 205, tuberculata 552, tucumanensis 148. — Uliginosa 6, umbrosa 124, uncinata 341, Underwoodii (an Stelle von S. Fendleri zu setzen) 37, unilateralis 302, Urbani 397, usta 334. — Vaginata 553, valdepilosa 554, Vanheurckiana 409, Veitchii 64, vernicosa 555, versicolor 155, vestiens 556, Victoriae 359, Vieillardi 274, virescens 557, viridangula 366, vitensis 268, viticulosa 128, Vogelii 72. — Wallacei 23, Wallichii 357, Wallisii 558, Watsoni 14, S. Wattii 285, Weberi 330, Welwitschii 559, Wendlandii 126, Whitmeei 88, Whytei 299 Wichurae 316, Wightii 36, Willdenowii 372, Wolfii 135, Wrayi 241, Wrightii 24. — Xipholepis 280, xiphophylla 219. — Yemensis 50. — Zechii 298, Zollingeriana 307.

Fossile Lycopodiaceae*) und Selaginellaceae

von

H. Potonié.

(Manuskript abgeschlossen im Januar 1901.)

Lycopodiaceen-Reste können eventuell durch Moosstämmchen, Coniferenzweige (*Lycopodites Stiehlerianus* Göpp. = *Walchia* = Coniferenzweige des Rotliegenden) vorgetäuscht werden und durch jugendliche, gegabelte Zweige von Lepidodendraceen, die *Lycopodium*zweigen sehr ähnlich sind (so handelt es sich in *Lycopodites pinastroides* Ung. wohl um einen *Lepidodendron*zweig). Dass jedoch echte Lycopodiaceen schon im Paläozoicum vorgekommen sein dürften, ergiebt sich aus Folgendem.

Penhallow (1892) beschreibt aus dem Devon Sprosse mit homomorphen Blättern, die zum Teil in ihren Achseln sporangioide Bildungen tragen. *Lycopodites Stockii* Kidston (1884) aus dem Culm von Schottland zeigt eine Blüte und ist außerordentlich *Lycopodium*- (*L. Phlegmaria*-) ähnlich. Von Goldenberg (Flora saraepontana foss. 1855, Taf. I. Fig. 1 und 2) abgebildete Reste aus dem mittleren produktiven Carbon möchte man nach ihrem äußeren Habitus ebenfalls direkt zu *Lycopodium* bringen, es sind das *Lycopodites denticulatus* Gold. mit feingezähnelten Blättern sowie Blüten von *Lycopodium*-Habitus mit nierenförmigen Sporangien, und *Lycopodites elongatus* Gold. mit ganzrandigen Blättern.

---

*) Der Beweggrund, warum die foss. Lycopodiaceen zusammen mit den foss. Selaginellaceen besprochen werden, wurde S. 606 angegeben.

Freilich können die Blüten, von denen wir ja nur den Habitus und allenfalls die Sporangienform kennen, von denen wir aber nicht wissen, ob sie isospor wie die Lycopodiaceen, oder heterospor wie die Selaginellaceen sind, auf Grund des bis jetzt allein Bekannten ebensogut provisorisch zu den letzteren gestellt werden, da auch bei diesen hinsichtlich der Beblätterung Arten von *Lycopodium*-Habitus vorkommen. Es ist aber vorläufig noch nicht angebracht, für die fossilen Arten der beiden genannten Familien die Namen recenter Gattungen *Lycopodium* oder *Selaginella* zu benutzen, wie z. B. Sandberger 1842 für einen Laubspross von *Lycopodium*-Habitus aus dem Devon des Rupbachthales thut, und wohin ferner Schenk unbedenklich 1888 p. 56 Goldenberg's *Lycopodites elongatus* und *denticulatus* bringt, sondern sie bleiben zunächst alle am besten bei dem nicht vorgreifenden Namen *Lycopodites* Gold. 1855*) untergebracht, so sehr auch Reste, wie *Lycopodites Gutbieri* Göpp. der 6. Flora (Geinitz, Verst. d. Steinkohlenf. in Sachsen 1855, Taf. I. Fig. 1), die durchaus die typische *Selaginella*-Beblätterung (2 Zeilen große und 2 Zeilen kleine Blätter), langährenförmige, endständige Blüten tragen, Vorliebe für Gabelverzweigungen zeigen und endlich auch hinsichtlich ihrer Größenverhältnisse an die recente Gattung *Selaginella* erinnern. Solche den Habitus der Pflanze verhältnismäßig gut wiedergebenden Reste ermutigen dazu, auch diejenigen Sprosse entsprechender Größenverhältnisse, die nur 2zeilige Beblätterung zeigen, ebenfalls als den Selaginellaceen zugehörig zu vermuten, in der Annahme, dass die kleineren Blätter verdeckt geblieben oder vielleicht nicht erhalten sind. Solche Reste sind Goldenberg's *Lycopodites primaevus* und *L. macrophyllus*, beide mit ährenförmigen Blüten bekannt und dem mittleren produktiven Carbon angehörig, sowie *Lycopodites falcatus* L. u. Hutt. aus dem braunen Jura. Die beiden erstgenannten Arten dürften zusammengehören. Aus dem produktiven Carbon Zwickaus liegen mir (Mus. für Naturkunde Berlin) sehr ähnliche Reste vor, die genau wie *Selaginella* 2 Zeilen größere und 2 Zeilen kleinere Blätter an den gegabelten Sprossen aufweisen. Vielleicht sind die kleineren Blätter an den Saarbrücker Resten bisher nur nicht constatiert worden aber vorhanden.

Es kommt hinzu, dass von C. Ed. Bertrand (Nouvelle Centradesmide de l'époque houillère 1894) aus dem mittleren prod. Carbon unter dem Namen *Miadesmia membranacea* beschriebene, sehr kleine Sprossreste in ihrer anatomischen Struktur sehr an *Selaginella* erinnern. Zeiller endlich giebt (Sur une Sélaginellée du terrain houiller de Blanzy. Comptes rendus des séances le l'académie des sciences. Paris 1900. Ferner Éléments de paléobotanique 1900 p. 172) heterospore Reste aus dem oberen produktiven Carbon von Blanzy an; nämlich *Selaginella*-ähnliche Laubsprosse mit Blüten, deren untere Sporophylle aber mehr als 4 Makrosporen, deren obere Sporophylle Mikrosporen in den Sporangien aufweisen. (Ich habe die Reste gesehen.)

Außer *Miadesmia* sind auch sonst Reste gefunden, welche eine Eruierung des anatomischen Baues gestatteten, der ± an den der Lycopodiaceen erinnert, so u. a. »*Lycopodium*« *punctatum* Ren., die jetzt zu den *Cycadofilices* (vergl. dort unter *Heterangium*) zu bringen sind.

Lepidophytineae.

Nur fossil bekannte, meist baumförmige, mit nachträglichem Dickenwachstum begabte, heterospore Lycopodiales. Die Blattnarben und die oft vorhandenen Blattpolster schmücken nach Abfall der Blätter die Stammoberflächen durch ihre zierliche und scharfbleibende Skulptur, sowie durch ihre geregelte Anordnung in meist dichten Schräg- und

*) Zwar hat schon Brongniart 1822 den Namen *Lycopodites* für Reste benutzt, die er für Lycopodien hielt; da diese sich aber als Coniferenzweige ergeben haben, und der Name dadurch unbrauchbar, jedoch von Goldenberg für die obigen Reste wieder aufgenommen wurde, so wenden auch wir denselben an, da das eine Confusion nicht mit sich bringt.

Längszeilen in auffälliger Weise. Das genauere Vorkommen der Lepidophyten ist Silur bis zum Buntsandstein; am zahlreichsten sind sie im produktiven Carbon zu finden.

Wir gruppieren die Lepidophytineen in 4 Familien: 1) *Lepidodendraceae*, 2) *Bothrodendraceae*, 3) *Sigillariaceae* und 4) *Pleuromoiaceae*.

Lepidodendraceae

von

H. Potonié.

Mit 3 Einzelbildern in 23 Figuren.

(Manuskript abgeschlossen im Januar 1901.)

Merkmale. Reich gabelig-verzweigte Bäume (Tafel-Figur 409, links) ohne Internodien, mit centralem, von einer mächtigen Rinde umgebenem Leitbündel, seltener ein kleiner Markkörper vorhanden; Dickenwachstum durch ein Rindenmeristem, daneben bei einem Teil der Arten ein Cambiumring, der einen sekundären Holzkörper bildet. Die unterirdischen Organe (*Stigmaria*) sind Mittelbildungen zwischen Wurzeln und Rhizomen: es sind von der Abgangsstelle des Stammes aus von vorn herein und zwar in derselben Ebene gabelig-verzweigte, horizontal verlaufende Körper, denen, im Quincunx angeordnet, cylindrische Gebilde mit je einem centralen Leitbündel ansitzen. B. auf Polstern, einfach, einaderig, abfallend und im ganzen rhombische Blattnarben hinterlassend. Bl. zapfenförmig, endständig oder stammbürtig und sitzend: einfache Achsen mit dicht-gedrängt stehenden Sporophyllen, die oberseits je ein Sporangium tragen, das unter Umständen durch eine dasselbe umgebende Hülle mit Mikropyle schon sehr samenähnlich sein kann.

Vor der Hand lässt sich auf Grund der Reste nur der Typus mit endständigen Blüten restaurieren. Wir kennen hier den organischen Zusammenhang der *Stigmaria* mit dem Stamm, diesen mit starken Gabeln, welche mit Lycopodiaceen ähnlich beblätterten, gegabelten Sprossen zusammenhängen, und an diesen hinwiederum sind endständig ansitzende Blüten konstatiert worden.

Vegetationsorgane und anatomisches Verhalten*).

a. Unterirdische Organe. — Dass die Stigmarien, die unterirdischen Organe der Lepidodendraceen, die häufigsten Fossilien des Carbons sind, liegt 1. daran, dass sie nicht nur bei dieser Familie vorkommen, sondern auch bei den Sigillariaceen, und 2. daran, dass sie naturgemäß insbesondere in den die Steinkohlenflötze unmittelbar unterlagernden Schichten sehr zahlreich sind, da diese den ursprünglichen Waldboden (underclay der englischen Geologen) bilden, auf denen sich das jetzt fossile Waldmoor, das Flötz, entwickelt hat. Auch da, wo aus solchen Waldböden keine Moore hervorgegangen sind, sind Stigmarien natürlich sehr häufig, also namentlich fast in allen Thonschiefern, d. h. den fossilen humösen Boden des Carbons.

Unsere Figur 410 stellt *Stigmaria* noch dem Stumpf des zugehörigen Lepidophyten-Baumstammes ansitzend dar. Ähnliche Stammstümpfe sind öfter in der Steinkohlenformation gefunden worden; der allergrößte steht im Museum des Owens College in Manchester in England und stammt aus dem Steinkohlenbergwerk bei Clayton in der Nähe von Bradford. Dieser nimmt, da die Rhizomäste besonders lang erhalten sind, einen Flächenraum von über 8 m Durchmesser ein. Das Fig. 410 und 411 abgebildete

*) Die anatomischen Verhältnisse lassen sich nicht von der Betrachtung der »Vegetationsorgane« trennen, weil die Kenntnis der ersteren zu allererst nötig ist, um die Erhaltungszustände der Fossilien zu verstehen.

Fig. 409. Ein Waldmoor der Steinkohlenzeit (mittleres produktives Carbon). Links: Vorn ein *Lepidodendron* (die unterirdischen Organe [*Stigmaria*] sind herausgeschwemmt gedacht). Dahinter links ein Farnbaum [*Pecopteris* mit Adventivfiedern und *Cauloptéris-Psaronius*] und rechts eine kletternde *Sphenopteris* [vom Typus der *S. Hoenninghausi*]. Am Boden ein *Megaphyton*-Stamm. — Im Wasser: *Sphenophyllum cuneifolium*. — Rechts: Zunächst, zum Teil im Wasser *Calamites ramosus*. Rechts davon kleine (fächerblätterige) und große (bandförmig-blätterige) *Cordaiten*. Liegend ein zuckerhutförmiger *Syringodendron* mit *Stigmariopsis*. Davor ebenfalls liegend, ein *Ulodendron*. Vor demselben ein *Sigillaria*-Baum und kletternde Farne: *Mariopteris*. (Nach Potonié's Wandtafel »Eine Landschaft der Steinkohlenzeit«.)

Exemplar zeigt, oberflächlich betrachtet, einen Stammstumpf, der nach unten in streng wiederholt-gabelig-verzweigte, horizontal auslaufende Teile zerfällt, was für das Leben der Pflanzen in Sümpfen spricht (die Moorkiefer z. B. und *Taxodium distichum*, die Sumpfcypresse, haben horizontal ausgebreitete Wurzeln u. s. w.). Scheinbar ist allerdings das Exemplar zunächst vierteilig, und erst jeder dieser Teile, die horizontal verlaufen, gabelig. Zwei der Buchten aber, welche die Zweige voneinander trennen, liegen dem in derselben Ebene genommenen Stammmittelpunkt am nächsten; sie sind besonders stumpf und machen aus diesen beiden Gründen den Rhizomkörper von vorn herein zweiteilig (Fig. 411). Es erinnert das an das gewöhnlich »zweilappige« Stämmchen von *Isoëtes*. Andere Exemplare zeigen eine solche deutliche Sonderung in zwei Teile nicht: hier erscheinen von vorn herein vier gleichmäßig entwickelte Abzweigungen, die gleichwertig zu sein scheinen, die aber gewiss auch als zweifach-gabelig zu denken sind, derartig, dass die beiden Gabelungen zweiter Ordnung sofort nach Bildung der ersten zur Entwickelung gekommen sind. Auch Figuren in der Litteratur sprechen dafür, dass die

Fig. 410. Lepidophytenstumpf mit *Stigmaria* aus dem mittleren produktiven Carbon des Piesberges bei Osnabrück. Die Größenverhältnisse des Objektes ergeben sich aus dem Vergleich mit der Größe der dabeistehenden Schränke. Das Fossil ist im Lichthof der Kgl. Preuss. geologischen Landesanstalt in Berlin aufgestellt worden. (Aus Potonié, Erläuterung zur Wandtafel.)

Rhizomverzweigung der mit dem unserigen zu vergleichenden Stämme ebenfalls vom ersten Beginn an streng gabelig ist; alle Fälle, wo eine Vierteilung vorzuliegen scheint, lassen sich als schnell nacheinander gabelig-geteilt deuten, und bei den Stämmen mit Rhizomen, die sich an ihrem Grunde in viele (mehr als vier) scheinbar gleichwertige Teile gliedern, wie bei *Lepidodendron imbricatum*, mögen die Gabelungen noch schneller aufeinander gefolgt sein. Im allgemeinen werden aber — das lehren die Objekte — besonders die beiden Gabelungen 2. Ordnung unmittelbar nach Entstehung der ersten Gabel zur Entwickelung gekommen sein, so dass die Basis des Stammes gewöhnlich charakteristische Kreuzfurchen zu erkennen giebt. Diejenigen beiden Buchten, die zwischen den beiden ersten, weiten Buchten unserer Stigmarie liegen, sich also mit diesen kreuzen, gleichen sich wieder in ihrem äußeren Ansehen; aber wir sehen sie verhältnismäßig spitze Winkel bilden: es sind diese Buchten — wie leicht ersichtlich — die

Winkel der beiden Gabelungen zweiter Ordnung. Die übrigen Gabelungen sind ohne weiteres klar; sie sind an dem abgebildeten Exemplar bis zur vierten Ordnung erhalten.

An den horizontal verlaufenden Enden des Rhizoms sind außerordentlich deutliche Narben zu sehen, die als *Stigmaria*-Narben sehr bekannt sind, Fig. 412. Es sind das

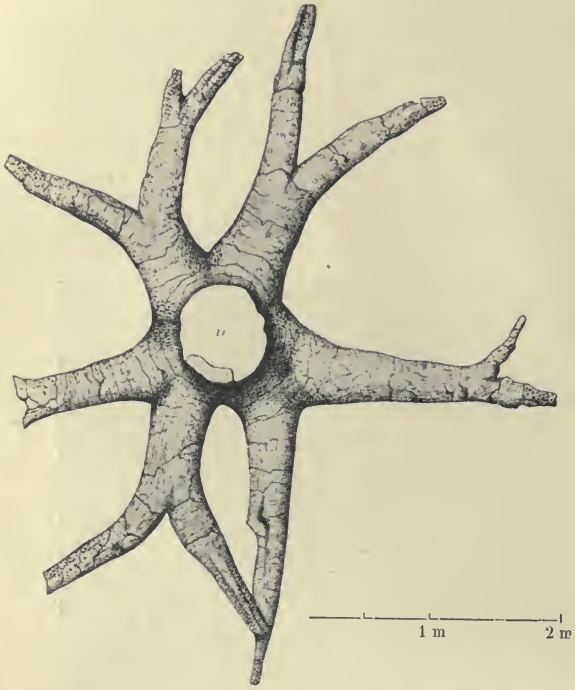


Fig. 411. Geometrischer Grundriss des Fig. 410 abgebildeten Baumstumpfes mit Stigmarien in $^1/_{60}$ der natürlichen Größe. (Aus Potonié: Der im Lichthof der geol. Landesanstalt aufgestellte Baumstumpf.)

Fig. 412. Ein kleines Stückchen Rhizomoberfläche des in Fig. 410 abgebildeten Stumpfes in $^1/_1$, mit Narben. (Aus Potonié's Lehrbuch.)

kreisförmige, kleine, napfförmige Vertiefungen, in denen ein stark markierter Mittelpunkt hervortritt; sie sind in etwa gleichen Abständen in Schrägzeilen (im Quincunx) angeordnet. Wie man an vollständiger erhaltenen Stigmarien sieht, saßen den Narben ursprünglich cylindrische, aber meist flach-bandförmig erhaltene Anhänge, »Appendices«, an (Fig. 413), welche gewiss die Nahrung aus dem sumpfigen Boden aufgenommen haben, in welchem die Stigmarien lebten, also durchaus die Funktion typischer Wurzeln hatten. Die Appendices waren wohl gewöhnlich einfach; freilich ist hierüber nicht viel zu sagen, da sie bei ihrer beträchtlichen Länge nur selten vollständig vorliegen und da allerdings gewöhnlich einfach, d. h. unverzweigt, erscheinen. Sicherlich kamen einmal-gabelig verzweigte Appendices vor; sie sind nur selten mit Sicherheit konstatiert (vergl. z. B. Artis' Antedil. Phytology, London 1838 T. III), aber Gabelstücke, die durchaus den Eindruck von *Stigmaria*-Appendices machen, sind z. B. im älteren produktiven Carbons Oberschlesiens sehr häufig, so dass die Vermutung, die *Stigmaria*-Appendices seien

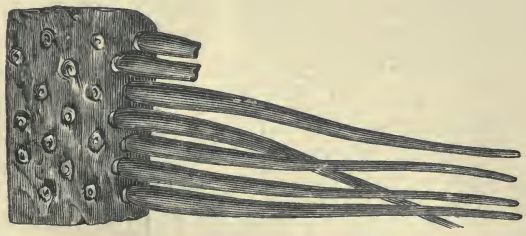


Fig. 413. *Stigmaria ficoides* Brongn. mit Appendices. Etwas verkleinert.

gewöhnlich gabelig-verzweigt, aber bei ihrer Länge allermeist nicht mehr in Zusammenhang mit den *Stigmaria*-Hauptkörpern zu konstatieren, nicht von der Hand zu weisen ist. Es kommt hinzu, dass anatomisch eruierbar erhaltene Reste vorhanden sind, die das Vorkommen von Dichotomieen beweisen (vergl. Scott, Studies 1900, Fig. 89).

Die Appendicesspuren gehen von den einen großen Markkörper in einem Kranze umgebenden Primärhydromgruppen ab, und zwar immer da, wo eine solche Gruppe an das Secundärholz angrenzt, also zwischen Protohydrom und Secundärholz. Sie sind in den Appendices mit ihrer außerordentlich mächtigen und zartgewebig-parenchymatischen Rinde sehr schwach, auf dem Querschliff 3eckig und monarch (unipolar), d. h. mit nur einem Protohydrom an einer der 3 Ecken versehen, wie bei den Blattspuren von *Isoëtes* und *Selaginella*. Renault hat nun an gewissen Resten konstatiert, dass die Appendices zweierlei anatomischen Bau in ihren Centralbündeln aufweisen: die einen zeigen den unipolaren Strang »diploxyl« gebaut, d. h. mit Primärbündel, dem dort, wo sich das Protohydrom befindet, ein secundärer, fächeriger Holzkörper anliegt, der außen das Leptom zeigt. Die beiden Holzkörper entwickeln sich aber (und zwar auf den Hauptkörper der Stigmarien bezogen) der eine, der Primärstrang, centripetal, der andere, der Secundärholzkörper, centrifugal. Außerdem beschreibt der genannte Autor neben solchen Appendices vorkommend andere, die nur ein dreieckiges Primärbündel besitzen mit je einer Protohydroïdengruppe an jeder Ecke, also ein triarches (tripolares) Bündel mit nur centripetalem Hydrom. Von den Protohydromecken sollen Würzelchen ausgehen. Die erstgenannten Appendices sind also nach dem Typus echter Blätter, die letztgenannten nach dem Typus echter Wurzeln gebaut.

Näheres über die Stigmarien in theoretisch-morphologischer Hinsicht ist S. 742 bei den Sigillariaceen gesagt.

Die Hauptkörper der *Stigmarien* besitzen ein starkes Mark und eine dicke Rinde und zwischen beiden einen aus einem Verdickungsring hervorgegangenen Holzcylinder. Dieser letztere ist an den meist als Steinkerne mit dünner Kohlehaut erhaltenen Stigmarien sehr oft im Inneren des Kernes als eine innere Kohlehaut noch wahrzunehmen, die dann einen Binnensteinkern umschließt, der dem Markrohr entspricht. Die Oberfläche des Binnensteinkernes zeigt eine äußerst feine, nur mit der Lupe sichtbare Längsstreifung als Abdruck des Protoxylems; besetzt ist sie außerdem mit schwachen, strichförmigen Längswülsten, die den primären Markstrahlen entsprechen; diese Oberflächen-Skulptur des Markkörpers heißt *Aspidiopsis* Pot. (Zusammenfassendes über die Anatomie von *Stigmaria* besonders in W. C. Williamson's »A monograph on the morphology and histology of Stigmaria ficoides«. London 1887).

Von *Stigmaria*-»Arten« nennen wir: *St. ficoides* (Sternb.) Brongn., Fig. 410—413: das allergemeinste Fossil des gesamten Carbon und auch im Silur u. Devon und Rotliegenden vorhanden. — *St. stellata* Eichw., dem unteren produktiven Carbon angehörig, zeichnet sich durch netzig-verbundene Leisten der Hauptkörperoberflächen aus, die derart verlaufen, dass die zwischen den Leisten entstehenden, unregelmäßigen, gestreckten Gruben radial (sternförmig) um die Narben der Appendices angeordnet sind.

b. Die oberirdischen Organe. — α. Anatomisches.

Wichtigste Litteratur: Adolphe Brongniart, Hist. des végét. foss. vol. II., Paris 1837. — W. C. Williamson's Schriften »On the organisation of the fossil plants of the Coal-Measures, London, bis in die 90ger Jahre. — Bertrand, Remarques sur le Lepidodendron Harcourtii de Witham, Lille 1891. — M. Hovelacque, Recherches sur le Lepidodendron selaginoides, Caen 1892. — A. C. Seward, On the structure and affinities of a lepidodendroid stem from the calciferous sandstone of Dalmeny, Scottland, possibly identical with Lepidophloios Harcourtii (Witham), Edinburgh 1900. — Eine gute Zusammenstellung findet sich in D. H. Scott's Studies in fossil Botany, London 1900 p. 123 seq.

Die oberirdischen Stämme sowohl von *Lepidodendron* als auch von *Lepidophloios* besitzen ein centrales, von einer mächtigen, in mehrere concentrische Lagen zerfallenden Rinde umgebenes Leitbündel, von welchem aus die oft eigentümlich gebauten Blattspuren bogig-ansteigend durch die Rinde verlaufen; seltener ist ein kleiner »Markkörper«

vorhanden. Die Lepidodendraceen wuchsen nachträglich in die Dicke, und zwar sind es Zellteilungen eines dem Phellogen entsprechenden Gewebes der Rinde, welche wie bei den *Isoëtaceae* die Dickenzunahme ganz oder vorzugsweise bedingen; jedoch wird auch ein aus einem Cambiumring hervorgegangener, zuweilen beträchtlicher Secundärholzkörper ohne Jahresringe beobachtet. Auch in dieser Beziehung ist an *Isoëtes* zu erinnern, bei welcher Gattung Secundärholz in ganz rudimentärer Form konstatiert worden ist (vergl. Solms Einleitung, S. 228—229). Die Epidermis der Stämme bleibt erhalten und folgt in ihrem Wachstum dem Dickenwachstum der Stämme; es findet also keine Borkenbildung statt.

Im Folgenden werden die vorstehend nur in ihren Hauptzügen charakterisierten anatomischen Verhältnisse näher erläutert.

Das centrale Stammleitbündel (Fig. 414), das primäre Hydrom, entwickelt sich centripetal; wird hierbei das Centrum des Stammes nicht erreicht, so bleibt ein kleiner »Markkörper« übrig (wie z. B. bei *Lepidodendron* (nach Seward 1900 ein *Lepidophloios*) *Harcourtii* Witham), den man als Amylom zum Bündel rechnen wird, das man anatomisch bequem als ein Amylohydrombündel bezeichnen kann. In der That kann denn auch in einem und demselben Pflanzenindividuum an der einen Stelle ein »Markkörper« vorhanden sein, an einer anderen ein solcher fehlen; ersteres ist die Regel in den dickeren, letzteres in den dünneren Achsen. Aber auch dann, wenn sich die Hydroiden bis zum Centrum der Achsen entwickeln (wie z. B. bei *Lepidodendron selaginoides* Carruthers) sind zwischen den Hydroiden physiologisch als Amylom zusammenzufassende parenchymatische Zellen vorhanden. Das Centralbündel ist also durchaus einheitlich und zerfällt nicht etwa in mehrere, in einem Kreise angeordnete Bündel. Umgeben wird das Centralbündel von einem ebenfalls, wie es scheint, continuierlichen Phloëm, das immer schlecht erhalten ist. Das aus Spiralhydroiden bestehende Protohydrom bildet kleine Vorsprünge am Außenrande des Centralbündels, dessen Hydroiden leiterförmige Verdickungen oder wie die central gelegenen Hydroiden von *L. selaginoides* Netzverdickungen aufweisen. Das auf dem Querschliff als Vorsprünge sich markierende Protohydrom bildet ein zusammenhängendes Netzwerk, das die Außenfläche des Gesamthydroms skulpturiert. Von dem Protohydrom gehen zahlreiche, je einbündelige Blattspuren bogig ansteigend durch die sehr mächtige Rinde, die im ganzen in eine dünnzellwandige Innen- und eine derbzellwandige Außenrinde zerfällt. Unmittelbar unter den Blattpolstern entsteht eine Gewebeschicht, die durch ihre radial-verlaufenden, genetischen Zellreihen sehr an ein Periderm erinnert, und dieses mächtig zunehmende Gewebe bedingt bei einer Artengruppe das Dickenwachstum der Stämme. Eine andere Gruppe und wohl die größere, weist außer

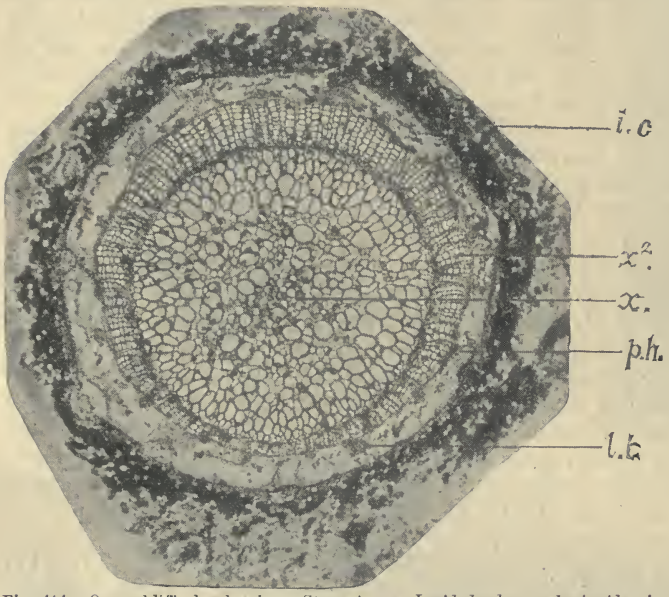


Fig. 414. Querschliff durch einen Stengel von *Lepidodendron selaginoides* in 17maliger Vergr. *x* primärer Xylemstrang, x^2 secundäres Holz, *ph* Phloëm, *i.c* Innenrinde, *l.t* Blattspur. (Aus Scott's Studies.)

dem Primärhadrom auch secundäres Holz auf, das in einem continuierlichen und überall gleichmäßig dicken Ring das centrale Primärbündel umgiebt oder einseitig stärker entwickelt ist, unter Umständen sogar auf dem Querschliffe nur als Sichel auftritt. Die genetischen Zellreihen des secundären Holzes sind auf dem Querschliffe sehr deutlich; es handelt sich auch hier um Treppenhydroiden. Ein- bis mehrere Zellreihen breite und hohe Markstrahlen durchziehen das secundäre Holz in der üblichen Weise. Secundäres, centrifugal sich entwickelndes Holz, das auf den Querschliffen breit-fächerförmig erscheint, besitzen gelegentlich auch die Blattspuren (Seward und Hill). Diese sind stets collateral, mit nach innen hin gewendetem Xylem und nach außen hin gewendetem Phloëm. Das Primärbündel der Blattspuren ist entweder endarch (*L. selaginoides*), d. h. das Protohydrom bildet den innersten Teil des Xylems, oder es ist mesarch (*L. Harcourtii*), d. h. das Protohydrom liegt inmitten des Xylems. In der Außenrinde der Stämme werden die Blattspuren auf ihrer unteren (äußeren) Seite von einem verhältnismäßig dicken Strang dünnparenchymatischen Gewebes, dem Parichnos, begleitet. Der Parichnosstrang teilt sich im Blattpolster in zwei Stränge, so dass das Leitbündel von diesen beiden Teilen auf dem Querschliff etwa wie durch entfernt stehende Klammern eingeschlossen erscheint.

Fig. 415. Beblätterter *Lepidodendron*-Zweig in 2/3 d. nat. Gr. (Nach Weiss.)

In der von Renault (1890) beschriebenen Gattung *Lycopodiopsis* handelt es sich nach Zeiller (Sur un Lepidodendron silicifié du Brésil 1898) um einen besonderen Erhaltungszustand*).

β. Die äußeren Verhältnisse. — Die Stämme verzweigen sich im ganzen gabelig und tragen (Fig. 415) kürzere oder längere, sehr langlineale (vergl. z. B. Ettinghausen's Abb. in Steinkohlenfl. v. Radnitz 1852 Taf. 28) bis länglich-lanzettliche, einaderige Blätter, die nach ihrem Abfall Blattnarben hinterlassen. Die Stammoberfläche zeigt in

*) Bei dem von R. als *Lycopodiopsis Derbyi* beschriebenen Rest aus dem Permocarbon von Piracicaba in der Provinz Sao Paulo wird der Markkörper von einem auf dem Querschliff der Achse *Osmunda*-ähnlichen ringförmigen Holzteil umgeben, der aus strahlig angeordneten Hydroidenbändern zusammengesetzt ist, die entweder voneinander unabhängig erscheinen oder mit ihrem nach Innen hingewendeten Teil miteinander verbunden sind, so dass U- oder V-förmige Querschliffe entstehen. Die Außenrinde zeigt Blattpolster von ovaler oder rhomboidaler Form, die an schlecht erhaltene *Lepidodendron*-Polster, denen die Oberhaut fehlt, erinnern. Die Blattspur in den Polstern gleicht derjenigen von *Lepidodendron selaginoides*. Die Elemente, die sich zwischen den geraden oder U- oder V-förmigen Hydroidenbändern befinden, sind nun aber nach Zeiller's Untersuchung genau dieselben wie diejenigen, aus denen die Bänder bestehen, nur dass die Zellwände dünner sind, ja man kann an der Grenze der Bänder Elemente bemerken, deren Wandung zur Hälfte dieselbe Dicke wie die Zellwandungen der Bänder aufweist, während die andere Hälfte dünnwandig ist. Auf Tangentialschliffen kann man denn auch sehen, dass es sich auch in den dünnwandigen Elementen wie in den dickwandigen um Treppenhydroiden handelt, nur dass sie in erstem Falle corrodiert sind. Einige im Hadromteil besser erhaltene Stücke zeigen diesen denn auch stellenweise nicht in Bänder aufgelöst, und bei den besterhaltenen Exemplaren haben wir es mit einem continuierlichen Holzcylinder zu thun, der an seiner Peripherie aus sehr kleinen Elementen besteht, ganz ähnlich dem, was man bei *Lepidodendron Harcourtii* beobachtet. Es handelt sich also um ein typisches *Lepidodendron* ohne Secundärholz, das Zeiller *Lep. Derbyi* (Ren.) Z. nennt.

auffallender Weise in Schrägzeilen gestellte Blattpolster, von denen jedes die Blattnarbe, Blattabbruchsstelle, trägt. Die Polster, die ursprünglich für Schuppen gehalten wurden (daher der Name *Lepidodendraceae*, Schuppenbäume) sind als die nach dem Blattabfall stehen gebliebenen Basalstücke der Blätter, Blattfüße, anzusehen. Die Formen der Polster und Blattnarben, die uns meist allein erhalten sind, geben die Merkmale für die Gattungen und »Arten« ab, welche letzteren u. a. deshalb der Revision bedürfen, weil zuweilen an einem und demselben Stück (sowohl bei *Lepidodendron* wie bei *Lepidophloios*) Zonen kürzerer abwechselnd mit Zonen längerer Polster beobachtet werden. (Näheres hierüber vergl. unter Wechselzonen bei den Sigillariaceen S. 748 u. 750/51.)

Die Lepidodendraceen werden in zwei «Gattungen« gesondert: *Lepidodendron* und *Lepidophloios*.

Lepidodendron Sternberg 1820 (*Sagenaria* Brongn. 1822, *Pachyphloeus* Göppert zum Teil, zum anderen Teil wohl auch *Lepidophloios*-Reste). — Von *L.* sind es die Stammreste, insbesondere die Oberflächenskulpturen derselben, die wegen ihrer Häufigkeit allein für die Bestimmung der Arten maßgebend sind; wir müssen daher diese in erster Linie ausführlich vorführen.

Die *Lepidodendron*-Blattpolster bekleiden den Stamm in deutlichen Schrägzeilen*), sie wölben sich hervor und besitzen eine im ganzen rhombenförmige Basis (Fig. 416 u. 417), deren obere und untere Ecke gewöhnlich spitz ist, während die beiden seitlichen Ecken stark abgerundet sind. Auf der höchsten Stelle der Polster, meist im unteren Teile der oberen Hälfte derselben, in einer gewissen Entfernung von der oberen Spitze, befindet sich die Blattnarbe *n*, die Abbruchsstelle des Blattes, sie hat meist eine querrhombische Form, die seitlichen Ecken sind meist spitzlich, die obere Begrenzungslinie ist abgerundet, einen Bogen bildend, die untere zeigt oft eine merklich nach unten vorgezogene Spitze. In der unteren Hälfte der Narbe befinden sich drei vertiefte »Närbchen«, von denen sich das centrale *l* von den seitlichen oft in der Gestalt unterscheidet. Die seitlichen *s* sind nämlich punktförmig oder etwas verlängert, oder ein jedes bildet ein spitzwinkeliges Dreieck mit nach aufwärts gekehrtem spitzen Winkel, das mittlere ist meist dreieckig oder V-förmig mit nach abwärts gerichtetem Winkel oder breit- und dickschenkelig-Y-förmig. Unmittelbar über der Blattnarbe sieht man an gut erhaltenen Polstern eine kleine dreieckige Grube *g*, deren einer Winkel nach aufwärts gerichtet ist. Dicht unterhalb der Narbe, an jeder Seite der das Polster der Länge nach in zwei Hälften teilenden, oft eine Kante bildenden Linie *m*, sieht man bei den meisten Arten je eine ellipsenförmige, rauhe Stelle *a*, deren Längsachse parallel oder etwas schräg zu der erwähnten Medianlinie gerichtet ist. Nach Renault (1896 p. 176) sollen bei *L. rimosum* Sternb. die Male des unteren Wangenpaares zuweilen zu einem Mal verschmelzen. Die beiden »Male« habe ich (Anat. d. beiden Male u. s. w. in Ber. d. deutsch. Bot. Ges. XI, S. 319ff. Berlin 1893) vermutungsweise als Transpirationsöffnungen gedeutet (vergl. Näheres über dieselben Seite 733). Unter Transpirationsöffnungen verstehe ich Öffnungen, die dem Luft- und Wassergasaustausch dienen. Ich hatte dieselben bei den Lepidodendraceen mit den »Staubgrübchen« in dem Hautgewebe der Blattfüße von Farnbäumen verglichen, und Hannig hat nachgewiesen (Botan. Ztg. Separatabzug 1898), dass

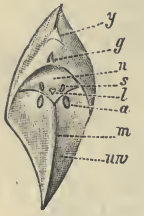


Fig. 416. Ein Blattpolster von *Lepidodendron* typ. *obovatum*. Buchstabenerklärung im Text. (Aus Potonié's Lehrbuch.)

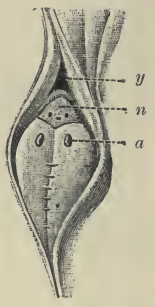


Fig. 417. Hohldruck eines Blattpolsters von *Lepidodendron aculeatum*. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 416. (Aus Potonié's Lehrb.)

*) Als Abnormität ist ein Stück bekannt geworden (vergl. Stur, Ostrauer Schichten 1877, Taf. 22, Fig. 4), das neben typischer *Lepidodendron*-Polsterung die bei den Sigillarien als *Rhytidolepis*-Skulptur beschriebene Ausbildung zeigt.

diese Staubgrübchen physiologisch in der That Pneumathoden sind, wenn sie auch anatomisch etwas von den in Rede stehenden Öffnungen auf den Polstern der Lepidodendraceen abweichen. Dem entsprechend gehen bei den letzteren von diesen Öffnungen nach innen sich vereinigende Stränge aus netzig verbundenen Parenchymzellreihen ab, die also zwischen sich große Lacunen lassen (vergl. Renault, Bass. h. et perm. d'Autun et d'Épinac. Atlas 1893 T. 33 Fig. 15). In der obersten Ecke des Blattpolsters sieht man oft eine dreieckige Hervorwölbung *y*, die Stur für das Homologon der Ansatzzelle des Sporangiums bei dem Sporophyll ansieht. An Hohldrücken der Polster (Fig. 417) markiert sich diese Stelle oft besonders deutlich, dann aber natürlich als Vertiefung. Da sich die erwähnte, das Polster der Länge nach in zwei Hälften teilende Medianlinie, wie gesagt, meist als Kante zu erkennen giebt, wird sowohl der oberhalb der Narbe liegende Polsterteil, als auch der untere in zwei »Wangen« geteilt: wir können also ein oberes und ein unteres Wangenpaar unterscheiden. In der Fig. 416 ist die eine der beiden Wangen des unteren Wangenpaares mit *uw* bezeichnet worden.

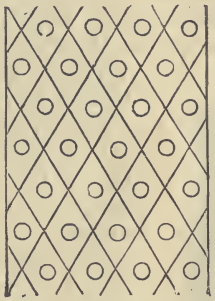


Fig. 418. Schema der üblichen *Lepidodendron*-Polsterung. Die Kreise bedeuten die Blattnarben.

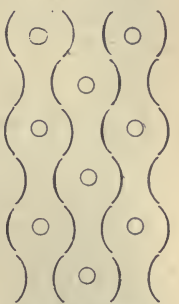


Fig. 419. Schema der Oberflächenskulptur von *Lepidodendron Volkmannianum* Sternb. Die Kreise = Blattnarben.

Das centrale Närbchen *l* in der Blattabbruchsstelle *n* ist der Abgliederungsort des Blattleitbündels, und das Grübchen *g* unmittelbar über der Blattnarbe haben Hovelacque (1891) und Solms-Laubach (1892) durch Entdeckung einer Ligula an günstigen Präparaten als Ligulargrube erkannt. Von den recenten Ligulaten (*Selaginellaceae* und *Isoëtaceae*) unterscheiden sich die Lepidodendraceen hinsichtlich des Auftretens der Ligula nur

Fig. 420. *Lepidodendron Volkmannianum*. (Aus Potonié's Lehrb.)

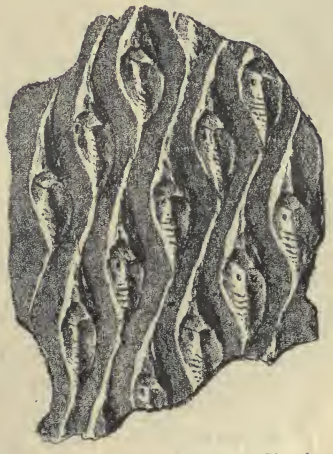


Fig. 421. *Lepidodendron Veltheimii* Sternb. (Aus Potonié's Lehrb.)

dadurch, als bei ersteren die Ligulae den spreitigen Blattteilen ansitzen und mit diesen zusammen verloren gehen, während bei den letzteren die Ligula (resp. Ligulargrube) scheinbar dem Stamme ansitzt, d. h. der zu einem Polster verbreiterten Blattbasis, die nach dem Abfall des spreitigen Teiles auf dem Stamme verbleibt.

Die Seitennärbchen *s* des *Lepidodendron*-Blattpolsters werden durch ein dünnwandiges Parenchym gebildet, aus welchem auch zwei durch das Blatt sich hindurchziehende

Stränge bestehen. Es dürften diese Parenchymstränge, wie ich das für *Lepidophloios* (vergl. daselbst) nachgewiesen habe, auch bei *Lepidodendron* nach abwärts an den Transpirationsöffnungen vorbeiziehen, welche sich bei der erstgenannten Gattung als Lücken im Hautgewebe ergeben haben.

Gewöhnlich sind die Lepidodendren nach dem in Fig. 418 veranschaulichten Schema gepolstert; *Lepidodendron Volkmannianum* Sternb. jedoch hat, ähnlich wie die bei den Sigillariaceen zu besprechende *Rhytidolepis*-Skulptur, gern wie Schema Fig. 419 Polster, die mit den in derselben Längszeile befindlichen verschmelzen, so dass eine scharfe Trennung der übereinander stehenden Polster nicht immer vorhanden ist. Fig. 420 veranschaulicht das natürliche Aussehen dieser für die 2—4. Flora charakteristischen Art. — *Lepidodendron Veltheimii* Sternb., Fig. 421, mit breiten Bändern, welche die Polster voneinander trennen, ist für Flora 2 und 3 bemerkenswert; da jedoch recht ähnliche Arten auch in den späteren Floren, namentlich in Flora 5 vorkommen, ist es nicht immer ohne weiteres zu unterscheiden, so namentlich von *L. rimosum* Sternb. mit freilich gewöhnlich längergestreckten und schmäleren Polstern, und von *L. obovatum* Sternb., Fig. 416, und *L. aculeatum* Sternb., Fig. 417, bei welchen Arten Bänder vorkommen oder fehlen können, mit meist etwas breiteren Polstern; bei dem *L. dichotomum* Sternb. (= *L. Sternbergi* Brongn.) stehen die Närbchen nicht wie bei *L. aculeatum* und *obovatum* in der Nähe des Narbenunterrandes, sondern in der Mittellinie, die Transpirationsöffnungen fehlen, und die Narbenform ist genauer rhombisch, indem die bei der vorigen Art vorhandene herabgezogene Spitze des Unterrandes fehlt.

Fig. 422. *Lepidodendron imbricatum* im *Bergeria*-Zustand in 1/2 der nat. Gr. — Culm des Magdeburgischen. (Aus Potonié's Lehrb.)

Soviel über die epidermale Oberfläche der Stammteile der *Lepidodendron*-Arten. An den Resten ist das Hautgewebe, Rindengewebe, meist mehr oder minder weit kohlig erhalten. Ist die Kohlenrinde an den Resten verschwunden, so dass reine Steinkernoberflächen vorliegen, so zeigen die Oberflächen derselben Skulpturen, die früher und auch heute noch, wenn die Zugehörigkeit zu bestimmten, nach der epidermalen Stammoberfläche charakterisierten Arten nicht bekannt ist, mit besonderen »Gattungs-« und »Art-«Namen bezeichnet werden. Es handelt sich in denselben also um Mittelrinden Erhaltungszustände oder bei gänzlich verschwundener Rinde um Holzoberflächen. Die im Folgenden beschriebenen Erhaltungszustände bieten solche zwischen der Holz- und Epidermisoberfläche gelegene Flächen der in mehrere Lagen anatomisch unterschiedenen Gesamtrinde. Je nach der Entfernung einer Oberfläche eines *Lepidodendron*-Stammrestes von der Epidermis werden uns gemäß dem verschiedenartigen anatomischen Bau verschiedene Skulpturen entgegentreten müssen.

1. **Bergeria** Presl (wohl hierher *Leptophloeum* Daws.) werden *Lepidodendron*-Stammoberflächen nach bloßem Verlust des Hautgewebes bezeichnet. An den Bergerien markiert sich oft noch die Stelle, wo darüber die Blattnarbe saß, mehr oder minder deutlich, namentlich tritt der Durchtrittspunkt der Blattspur in der oberen Partie, aber auch im Centrum der Felder meist deutlich in die Erscheinung, und zwar genauer die Blattspur inclusive der von den Seitennärbchen ins Innere gehenden Gewebestränge, welche hier mit der Blattspur verschmelzen. Fig. 422 giebt ein Beispiel des *Bergeria*-Erhaltungszustandes bei einer Lepidodendraceenart, die sich durch zuweilen ± periodische Anschwellungen der Stengelorgane auszeichnet.

2. **Aspidiaria** Presl (*Aphyllum* Artis). — Von innen gesehen bildet das Hautgewebe der Stämme rhombenförmige Vertiefungen, welche den Polstern entsprechen. Werden die Vertiefungen nach Schwund des dieselben ausfüllenden zarteren Gewebes mit Gesteinsmasse ausgefüllt, so entstehen flache oder durch die Ausfüllungsmasse mehr oder minder stark hervorgewölbte Felder, die in ihrem Centrum ein punktförmiges, der Blattspur entsprechendes Mal oder dort eine wulstförmige Stelle aufweisen. Meißelt man daher ein *Aspidiaria*-Feld hinweg, so kommt unter günstigen Umständen unter der Gesteinsmasse desselben der Hohldruck eines *Lepidodendron*-Polsters zum Vorschein. Bergerien erinnern begreiflicher Weise sehr an den *Aspidiaria*-Zustand. Während aber bei den Aspidiarien der Blattspurenquerschnitt, wegen des Herablaufens der Spur in der Rinde, im Centrum des Feldes sitzt, erblickt man denselben bei dem *Bergeria*-Zustande (also nach bloßer Entfernung der Epidermis, resp. des Hautgewebes) wie bei den *Lepidodendron*-Polstern meist in der oberen Hälfte desselben. Ferner pflegen sich die Furchen, die die *Lepidodendron*-Polster seitlich voneinander trennen, bei *Aspidiaria* als erhabene Leisten zu markieren, während die Grenzen der *Bergeria*-Wülste mehr verwischt sind.

3. **Knorria** Sternberg (= ? *Karstenia* Göpp., 1836, p. 451, *Diplotegium* Corda, 1845, p. 112). — Die Knorrien (Fig. 423) sind Steinkerne von Stengelorganen, deren Oberfläche die Skulptur einer der Oberfläche parallel liegenden inneren, noch zur Rinde gehörigen Fläche der Stengel-, resp. Stammteile wiedergiebt. Nur in verhältnismäßig seltenen Fällen ist bei den Knorrien der Außenteil der Rinde, und zwar in Form eines steinkohligen, dickeren oder dünneren Überzuges erhalten, dessen Außenskulptur darüber Auskunft giebt, zu welcher bekannteren fossilen Gattung, oder zu welchen Gattungen die Knorrien gehören. Die Oberfläche der *Knorria*-Reste ist mit in Schrägzeilen stehenden Wülsten (Höckern) besetzt, welche nach abwärts mehr oder weniger weit herablaufen und oben in eine kegelförmige, oft abgebrochene Spitze enden, die sich durch eine scharfe Trennungsfläche von der Hauptachse der Reste, von dem stammförmigen Hauptteil derselben, abscheiden kann, in anderen Fällen aber dicht aufliegt und dann auch nicht so leicht in Gefahr kommt, abzubrechen. Die *Knorria*-Steinkerne machen den Eindruck, als seien sie mit langen, schmalen oder schuppenförmigen Blättern, den »Wülsten«, besetzt. Sind dieselben ganz am Grunde abgebrochen, so entstehen quergezogene Male. Dieser Erhaltungszustand ist aber selten und wurde als *Dechenia* Göpp. ex parte (nämlich *D. Roemeriana* G. 1852) beschrieben*). Auf dem Scheitel der kegelförmigen Wulstspitze ist bei guter Erhaltung ein der Blattspur entsprechender Eindruck von wechselnder Tiefe zu sehen. Unsere Figur zeigt die angegebenen wesentlichen Eigentümlichkeiten der

Fig. 423. *Knorria*, 1/2 der natürl. Größe. (Aus Potonié's Lehrb.)

*) Was *Dechenia euphorbioides* Göpp. 1841 aus dem Culm von Landshut ist, ein Rest auf den die »Gattung« *D.* begründet wurde, ist ganz unklar. Es handelt sich um einen Steinkern, der dicht mit kreis-elliptischen, congretionsartigen Wülsten besetzt ist.

Knorrien. Je nach der dichteren oder engeren Stellung, der Größe und Gestalt der *Knorria*-Wülste sind mehrere »Arten« unterschieden worden, die aber durch Zwischenformen verbunden sind und daher in Einzelfällen kaum oder nicht unterscheidbar sind.

Die Haupttypen sind: 1. *Knorria imbricata* Sternb.: Wülste dicht-gedrängt, dachziegelig stehend. Vergl. unsere Figur 423. — 2. *Knorria acicularis* Göppert: Wülste kleiner und schmaler als bei den Arten 1 und 3, voneinander entfernt stehend, spitziger zulaufend. Vergl. unsere Figur 432*I*. — 3. *Knorria Selloi* Sternberg: Wülste entfernt voneinander stehend, der nach oben gerichtete kegelförmige Teil meist abgebrochen, daher die Wülste abgestutzt. — Es steht jetzt fest, dass die Knorrien in der That einen subepidermalen Erhaltungszustand von Lepidophytenstämmen darstellen. Denn häufig sind die Knorrien ganz lepidophytisch gegabelt, und dann giebt es Reste, welche bestätigen, dass typische Knorrien die Steinkerne von Lepidodendren sein können, indem unter günstigen Umständen *Knorria*-Wülste von einer kohligen Außenrinde mit *Lepidodendron*-Polstern bedeckt vorkommen. Als Beispiel für die Thatsache der Zusammengehörigkeit einer typischen *Knorria* und einer Lepidodendree sei B. Renault citiert (Études sur le terrain houiller de Commentry II. Flore fossile II. 1890. S. 520—522, Taf. LX. f. 1), der ein schönes Gabelzweigstück mit noch anhaftender kohliger Außenrinde abbildet, deren Oberfläche fast genau quadratische lepidodendroide Blattpolster trägt, während der Steinkern unter der Außenrinde an der einen Stelle Knorrienoberfläche vom Typus der *Knorria Selloi* aufweist. Sind nun auch die Blattnarben auf den Polstern bei den in Rede stehenden *Knorria*-Exemplaren garnicht oder nicht in genügender Deutlichkeit erhalten, so lässt sich doch so viel mit Sicherheit sagen, dass Knorrien vom Typus der *Knorria Selloi* und *K. imbricata* subepidermale Steinkerne lepidodendroider Gewächse aus der nächsten Verwandtschaft von Lepidodendren, resp. von *Lepidodendron* selbst sein können. Dass auch Knorrien bei *Lepidophloios*, *Bothrodendraceae* und *Sigillaria* vorkommen ist bei diesen erwähnt; auch bei Farn (S. 507) kommt der *Knorria*-Erhaltungszustand vor. Betrachten wir speziell unser Exemplar (Fig. 423), so sehen wir daran zu unterst die Knorrienwülste in typischer Ausbildung auftreten, zwar wegen der dichten Stellung als *Knorria imbricata*-Wülste zu bezeichnen, aber doch etwas zu der *Knorria Selloi* hinneigend; darüber ist eine ganz typische *Knorria imbricata*-Oberfläche wahrnehmbar, und nach oben hin und ganz oben sehen wir die Wülste schmäler und spitz werden, sich dadurch der *Knorria acicularis* nähernd. Die für Knorrien charakteristische Einsenkung am Gipfel der Wülste ist an mehreren Stellen deutlich wahrnehmbar. Ganz oben sind die Wülste deutlich mehr länglich-rhombisch, nicht nur nach oben, sondern auch nach unten verschmälert. Diese Wülste nähern sich nun dem S. 726 unter 1. beschriebenen *Bergeria*-Zustand. Ein und derselbe Rest kann eben natürlich an verschiedenen Stellen verschiedene Erhaltungszustände zeigen. In anderen Fällen zeigt sich (vergl. Göppert, Fl. d. silur. u. s. w. Kohlenformation. Verhandl. d. k. Leop.-Car. Ak. d. Nat. Jena 1860, Taf. XXXIX, Fig. 3*A*), dass die *Bergeria*-Flächen, wie schon aus dem oben Gesagten hervorgeht, über den Flächen mit *Knorria*-Wülsten liegen.

Zum Verständnis der Entstehung der *Knorria*-Wülste müssen wir uns einige Punkte aus der Anatomie des *Lepidodendron*-Stammes klar machen. Dass die Wülste mit dem Verlauf der Blattspuren innerhalb der Rinde in Zusammenhang stehen, ist ohne weiteres klar. Geht man von der Stelle aus, an der die Blattspur in die innerste Lage der Rinde eintritt, und verfolgt man nun die Blattspur an echt-versteinerten Exemplaren durch successive Schliffe nach außen, so sieht man, dass die Blattspur namentlich von der Mittelrinde ab von einem dünnwandigen, parenchymatischen, leicht lacunös werdenden Gewebe (dem »Parichnos« Bertrand's) umgeben wird, das sich vor dem Eintritt in das Blatt in zwei, die Blattspur seitlich begleitende Bündel spaltet, deren Querschnitte die beiden Seitennärbchen *s* in Fig. 416 bilden. Die Knorrien sind also Steinkerne, deren Oberfläche einer Mittelrindenlage entspricht, und die *Knorria*-Wülste im speziellen sind die Steinkerne der Parichnosstränge, die, sich nach außen in zwei Teile gabelnd,

dadurch zu dem zweispitzigen Gipfel der Wülste Veranlassung giebt. — Näheres über das Parichnos vergl. unter *Lepidophloios* S. 733 ff. und vorher S. 723.

Man hat früher die Knorrien als besonders bezeichnend für Culm angesehen, jedoch kommen sie naturgemäß überall vor, wo Lepidophyten zu finden sind. Dass sie im Culm häufiger als anderswo sind, hat nur seinen Grund darin, dass die bewegteren Verhältnisse, auf die die Ablagerungen mit den Resten hinweisen, der Erhaltung der epidermalen Skulptur der Stämme nicht günstig gewesen ist.

4. **Aspidiopsis** Pot. (Fig. 424). — Die als *A.* bezeichneten Erhaltungszustände ähneln sehr den Aspidiarien, daher der Name. Während jedoch die *Aspidiaria*-Felderung nach dem S. 727 Gesagten mit dem Bau des Hautgewebes zusammenhängt, entsprechen die *Aspidiopsis*-Erhaltungszustände allermeist der Oberfläche des Holz- oder Markkörpers. Im allgemeinen würden von außen nach innen aufeinander folgen können *Bergeria* und *Aspidiaria, Knorria* und am weitesten innen *Aspidiopsis*. So bildet J. Schmalhausen (Pflanzenreste a. d. Ursa-Stufe im Flussgeschiebe des Ogur. 1876. Taf. III, Fig. 1) eine

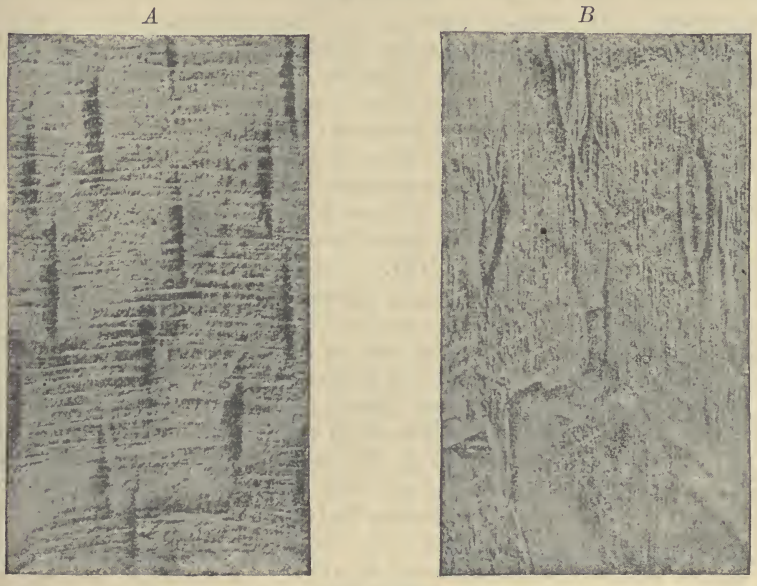


Fig. 424. *Aspidiopsis*. Stückchen der Oberfläche des Fig. 410 abgebildeten Baumstumpfes. (Aus Potonié's Lehrb.)

typische Knorrie ab, unter deren Oberfläche die schönste *Aspidiopsis*-Skulptur zum Vorschein kommt, und ein und dasselbe Exemplar kann also gelegentlich streckenweise den einen und streckenweise den anderen Erhaltungszustand zeigen. — Der Stammstumpf des unter *Stigmaria* S. 719 Fig. 410 abgebildeten Fossils zeigt eine deutliche, durch den Bau der Pflanze bedingte Oberflächenstruktur, welche wohl der Holzoberfläche unter der Rinde entspricht, die hier und da als kohlig-anthracitischer Rest erhalten ist. Auf diesen jetzt noch vorhandenen kohligen Resten kann man leider auch nicht eine Spur von Narben entdecken, und die genaue Bestimmung unseres Stammes ist somit — bei dem Stande der heutigen paläophytologischen Systematik — leider unmöglich, aber die *Aspidiopsis*-Oberfläche unter der kohligen Bedeckung ist bei Lepidodendren, freilich auch bei Sigillarien u. s. w. bekannt. Das Relief des Steinkernes des Stammstumpfes zeigt — wie wir auf unseren Abbildungen Fig. 424 sehen — im großen und ganzen in Schrägzeilen angeordnete, spindelförmige, in der Längsachse des Stammes gestreckte, schwach hervortretende Wülste, die — wenn wir annehmen, dass es sich um eine Holzoberfläche handelt — als die Anfänge der aus dem Holz tretenden primären Markstrahlen in der Rinde zu deuten sind. Wenn auch im großen und ganzen die Wülste quincunciale

Anordnung zeigen, erscheint diese doch durch das spätere Wachstum des Stammes hier und da bedeutend verwischt; an einigen Stellen erscheinen sie daher in unregelmäßiger Stellung. — Bei dem Holz der Buche (*Fagus silvatica*), sind auf der Holzoberfläche gewisse Markstrahlen, die »großen«, mit bloßem Auge besonders deutlich zu sehen und zeigen auch dieselbe Form wie bei unserem Petrefact, sind aber natürlich bedeutend kleiner, nämlich 3 bis höchstens 5 mm lang. Hier bilden sie Vertiefungen, während die Innenfläche der Rinde Wülste, die sogenannten »Kämme« zeigt, welche in jene Vertiefungen hineinpassen. — Durch jeden der in Rede stehenden Markstrahlen unseres Petrefactes verlief eine »Blattspur«, da sich bei *Lepidodendron*- und *Sigillaria*-Stammabdrücken und -Steinkernen, welche primäre Markstrahlwülste zeigen, und bei welchen auch die Blattnarben auf der Kohlebedeckung erhalten sind, stets zeigt, dass den Blattnarben die Wülste auf der Holzoberfläche entsprechen. Man findet also in diesen Fällen unter den Blattnarben, nach Entfernung derselben, d. h. nach Entfernung der kohligen Rinde, je einen Markstrahlwulst, oder — in Anlehnung an den Namen für die entsprechenden Erhebungen auf der Innenseite der Buchenrinde — je einen »Kamm« auf der Holzoberfläche. An seltenen Stücken kann man allerdings beobachten, dass die Kämme nicht mehr genau unter den Narben liegen, aber dann lässt sich mit Leichtigkeit erkennen, dass dies nur durch eine Verschiebung der Rinde auf dem Steinkern zustande gekommen ist. — Hier und da zeigt die Oberfläche zwischen den *Aspidiopsis*-Spindeln des Stammstumpfes noch eine bemerkenswerte Längsstreifung (Fig. 424*B*): sie hat ihre Ursache in den in der Längsrichtung des Stammes gestreckt gewesenen Zellen des Holzes, resp. — wenn sich's um eine Innenrindenoberfläche handelt — in der Struktur von meist Stereïden der Rinde, und kehrt bei vielen *Lepidodendron*- und *Sigillaria*-Stammresten wieder. Die Querstreifung und die schräge Streifung, die sich auf der Fläche bemerkbar machen (vergl. unsere Fig. 424*A*), haben nicht ihre Begründung im Bau der Pflanze: es sind Eindrücke, welche die in diesen Richtungen bei der Fossilisation zerspaltene Kohlenrinde hinterlassen hat. — Zeigen die *Aspidiopsis*-Wülste ein etwa der durchtretenden Blattspur entsprechendes Mal, so befindet sich dasselbe in den bekannt gewordenen Fällen wie bei den *Aspidiaria*-Feldern im Centrum der Wülste. So auch bei den *Aspidiopsis*-Erhaltungszuständen fossiler Coniferen. — Dem anatomisch Orientierten wird es — bei dem übereinstimmenden Verlauf der in einem Kreise stehenden secundären Leitbündel der Lepidodendren und ihrer Verwandten mit demjenigen in den Stengelteilen der recenten Gymnospermen und Dicotyledonen-Holzgewächse — klar sein, dass bei Vorhandensein eines großen Markes oder Centralleitbündels Steinkerne u. s. w. desselben ebenfalls *Aspidiopsis*-Oberfläche mit Holzstreifung zeigen müssen. Liegen bloße *Aspidiopsis*-Steinkerne ohne jede weitere Andeutungen ihrer relativen Lage in den Stengelorganen vor, so ist es meist unmöglich, sich definitiv klar darüber zu werden, ob sie die Oberflächenskulptur einer Innenrinde, der Holzoberfläche oder gar des Markkörpers wiedergeben. Bei dem geschilderten Stammstumpf (Fig. 410) konnte nicht entschieden werden, ob es sich um die Holzoberfläche oder um eine Mittel- oder Innenrindenoberfläche handelt. Als Oberfläche eines Markkörpers kann es sich in diesem Falle bei den gewaltigen Dimensionen nicht handeln. Zweifellos constatieren lässt sich aber *Aspidiopsis*-Oberfläche, wie schon S. 721 angedeutet, auf den Markkörpern von *Stigmaria*. Auf Querschnitten durch *Stigmaria*-Rhizome kann man oft den centralen Markkörper als Steinkern constatieren, umgeben von einer dünnen Kohleschicht, welche dem Holzkörper entspricht; um diesen sind noch zwei concentrische Lagen zu beobachten, nämlich die dicke, wieder als Steinkern vorhandene Rinde und diese bedeckt von dem wieder als dünne kohlige Haut erhaltenen Hautgewebe. Verschafft man sich durch Wegmeißeln der bedeckenden Teile die Oberflächenansicht des Markkörpers, so erblickt man typische *Aspidiopsis*-Oberfläche mit Holzstreifung.

Dass auch Innenrindenoberflächen *Aspidiopsis*-Skulptur zeigen können, wurde schon angedeutet. Gehen die die Blattspuren enthaltenden Markstrahlen auch durch die Rinde hindurch, so wird *Aspidiopsis* leicht dann entstehen können, wenn das durchlaufene Rindengewebe ganz abweichend gebaut ist, also etwa aus Stereïden besteht, so dass der

Rindenteil sehr xylemähnlich wird. So beschreibt Williamson (Organ. foss. plants XIX. 1893, Taf. 5, Fig. 7) ein echtversteinertes Stück von *Lepidodendron Harcourtii* Witham, das *Aspidiopsis*-Oberfläche zeigt, die mit dem Rindenbau in Zusammenhang steht. Der Querschliff beweist, dass diese Oberfläche nicht eine solche etwa eines secundären Holzkörpers ist, der bei der genannten Art überhaupt nicht bekannt ist. Von außen nach innen finden sich zunächst die Blattkissenhervorwölbungen, dann eine dünne Rindenlage parenchymatischer Zellen, und darauf folgt eine ebenfalls noch zur Außenrinde gehörige Schicht prosenchymatischer Zellen, welche durch Dickenwachstum entstanden ist: dieser entspricht hier die *Aspidiopsis*-Oberfläche.

5. **Lyginodendron** Gourlie non Will. — Eine gewisse äußere Ähnlichkeit, insofern als der von Gourlie als *Lyginodendron* bezeichnete Erhaltungszustand ebenfalls durch Spindelwülste sich auszeichnet, zeigt derselbe mit *Bergeria*, *Aspidiaria* und *Aspidiopsis*. Die *Lyginodendron*-Skulptur auf Steinkernoberflächen ist bedingt durch den Bau der Rinde, wie W. C. Williamson (Organ. foss. plants Coal-meas. IV. 1872) nachgewiesen hat. Nicht selten wird nämlich die parenchymatische Grundmasse einer der Rindenlagen von Gewebeplatten aus Stereïden durchsetzt, die radial verlaufend derart hin und her gebogen sind, dass sie sich in bestimmten Abständen auf dem Quer- und Tangentialschliff schneiden. Die parenchymatische Grundmasse zerfällt dadurch in spindel-linsenförmige Stücke. Solche Rinden hatte Brongniart als *Dictyoxylon* bezeichnet. Fault das Parenchym hinweg, so können durch Ausfüllungen der Spindeln mit Gesteinsmasse Oberflächen entstehen, die spindelförmige Wülste tragen. Die Wülste werden nur durch Furchen getrennt, welche den Stereomlamellen entsprechen. Bei der sehr variablen Größe der von Stereom umschlossenen Parenchympartien sind auch die Spindelwülste der *Lyginodendron*-Oberflächen sehr verschieden hinsichtlich ihrer Breite und Länge, während diesbezüglich bei *Bergeria*, *Aspidiaria* und *Aspidiopsis* Übereinstimmung herrscht.

Da *Dictyoxylon*-Rinde auch bei den *Cycadofilices* (*Heterangium*), *Sigillariaceae*, *Calamariaceae* und fossilen Farnblattstielen bekannt geworden ist (vergl. S. 445 und 556), dürften die *Lyginodendron*-Erhaltungszustände nicht immer zu den Lepidophyten gehören. Solms macht (Unt. Culm v. Saalfeld 1896, p. 9) darauf aufmerksam, dass uns recente *Marattiaceae*-Blattstiele das hauptsächlichste Vergleichsmaterial für die geschilderte Hypodermalstruktur bieten.

Lepidophloios Sternberg 1826 (*Lomatophloios* Corda 1845 ist *Lepidophloios* in anatom. Hinsicht). — Das *Lepidophloios*-Polster zeigt, mit Ausnahme der Hervorwölbung *y* (Fig. 416), alle die beim *Lepidodendron*-Polster erwähnten einzelnen Teile. Sternberg hat aber die Gattung *Lepidophloios* (Versuch, Fasc. IV. 1826, S. XIII) auf Grund der von dem typischen *Lepidodendron*-Polster im übrigen abweichenden Verhältnisse mit Recht — solange wir wenigstens bei der Classification auf die Verschiedenheiten der Blattpolster beschränkt sind — von der Gattung *Lepidodendron* getrennt. Die Gattung *Lepidophloios* unterscheidet sich vor allem dadurch von *Lepidodendron*, dass die Polster wie die Schuppen eines Kiefernzapfens stark hervortreten; sie sind aber nicht wie die letzteren nach aufwärts, sondern, sich ebenfalls dachziegelig deckend, nach abwärts gerichtet. Dadurch fällt (Fig. 425 u. 426) bei der äußeren Betrachtung eines *Lepidophloios*-Stammstückes von jedem Polster im allgemeinen nur das obere Wangenpaar und am Grunde desselben die Blattnarbe *n* in die Augen, während von dem — umgekehrt wie bei *Lepidodendron* — nicht so stark entwickelten unteren, meist gänzlich verdeckten Wangenpaar höchstens ein ganz minimaler, die Narbe unten begrenzender, bandförmiger Teil in die Erscheinung tritt. Dass die Blattpolster, Blattfüße von *Lepidophloios* in der That als nach abwärts gerichtet aufzufassen sind, lässt sich u. a. auch an verzweigten Exemplaren leicht erweisen. An allen Zweigen solcher Exemplare kann man das Gesagte constatieren, ebenso natürlich an den Hauptachsen der Stücke. Die Grube *g* ist von der Blattnarbe merklich abgerückt und zeigt im wesentlichen dieselbe

Fig. 425. *Lepidophloios laricinus* aus dem produktiven Carbon.

Gestalt wie das entsprechende Gebilde von *Lepidodendron*. Entweder bildet sie eine deutliche Vertiefung von der Form eines gleichschenkeligen, spitzwinkeligen Dreiecks mit nach oben gerichtetem, spitzem Winkel, also der Blattnarbe zugekehrter Basis, oder die Vertiefung ist weniger auffällig markiert, und an Stelle derselben findet sich ein scharfliniger, dreistrahliger Stern, dessen einer Strahl nach oben hinweist, so dass die Zeichnung also bei richtiger Orientierung des Polsters ein auf dem Kopf stehendes Y bildet, also etwa die Form λ zeigt. Das centrale Närbchen *l* und die Seitennärbchen *s* auf der Blattabbruchsstelle entsprechen bezüglich ihrer Stellung auf der Blattnarbe und ihrer Gestalt durchaus den entsprechenden Närbchen der Blattnarbe von *Lepidodendron*, d. h. also, sie befinden sich in der unteren Hälfte der Narbe; das centrale Närbchen ist dreieckig oder dickschenkelig-aufrecht-Y-förmig in derselben Orientierung wie bei *Lepidodendron*, und die seitlichen Närbchen sind punktförmig oder kurz-dickstrichförmig. An günstigen Stücken kann man auch am *Lepidophloios*-Polster die beim *Lepidodendron*-Polster mit *a* bezeichneten Gebilde constatieren. Schon Stur macht darauf aufmerksam (Die Culm-Flora der Ostrauer- und Waldenburger Schichten. 1877, S. 231 (337), Taf. XIX (XXXVI), Fig. 2 *b*); er hatte diese Gebilde bei *Lepidophloios crassicaulis* von derselben Form, Stellung und Größe wie bei *Lepidodendron* gefunden. Auch in der Sammlung der Kgl. Preuß. geolog. Landesanstalt befindet sich ein Stück, welches die in Rede stehenden Organe erkennen lässt. Es ist ein dolomitisch mit erhaltener innerer Struktur versteinertes Exemplar von *Lepidophloios macrolepidotus* (Fig. 426 *A* u. 427). Die Blattfüße dieses Stammstückes sind hier und da mehr oder minder weit derartig abgebrochen, dass nur das aus mehreren Lagen kleiner und dickwandiger Zellen bestehende Hautgewebe *h* des unteren Wangenpaares stehen geblieben ist. Wir erblicken also dann das Hautgewebe des unteren Wangenpaares von innen. An den Stellen, wo an der Außenseite desselben die besprochenen »Male« des *Lepidodendron*-Polsters zu

Fig. 426. *A* Stammoberflächenstückchen von *Lepidophloios* mit einem vollständigen Blattfuß und drei unvollständigen Blattfüßen; der Blattfuß links oben mit abgebrochener Spitze, jedoch ist das Hautgewebe *h* der sonst verdeckten Blattfußfläche zum größeren Teil stehen geblieben. — *B* Blattfuß derselben Art besser erhalten. — *n* Narbe, *l* Leitbündelnärbchen, *s* Seitennärbchen, *a* Transpirationsöffnungen, *g* Ligulargrube. (Aus Potonié's Lehrb.)

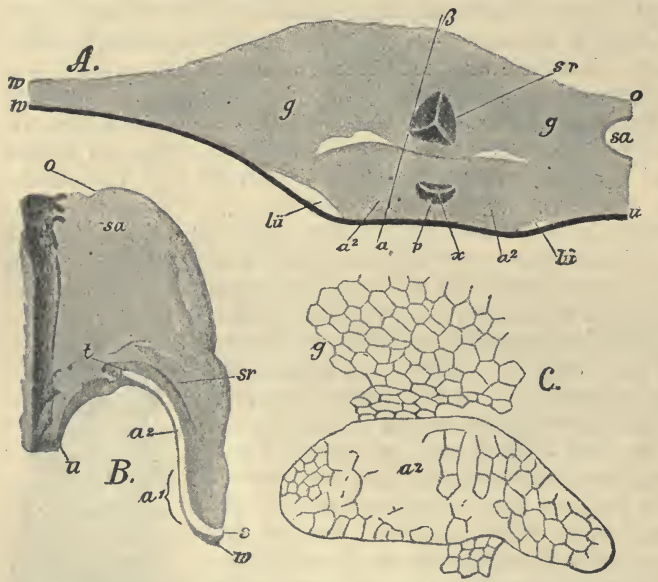


Fig. 427. *A* Querschliff durch ein Polster desselben Stückes wie Fig. 426 *A*, einige Male vergr. — *B* Längsschliff etwa 2 mal vergr., im übrigen wie Fig. *A*. — *C* Stärker vergr. Querschliff durch den linken Transpirationsstrang der Fig. *A*. Die Buchstaben vergl. im Text. (Aus Potonié's Lehrb.)

suchen wären, finden wir hier zwei langgestreckte, wohlmarkierte Organe *a*, die nichts anderes sein können, als die mit demselben Buchstaben bezeichneten Male von *Lepidodendron*. Ich war in der Lage, den anatomischen Bau, welchen das genannte dolomitisierte Stammstück von *Lepidophloios macrolepidotus* zu studieren gestattet, zu beschreiben (Anatomie der beiden »Male« etc. in den Ber. d. Deutschen bot. Ges. 1893, S. 319ff. Taf. XIV). Die Fig. 427*A* gebotene Skizze eines Querschliffes durch einen Blattfuß dieses Stückes, der eine ziemliche Strecke oberhalb der Ligulargrube und auch noch oberhalb der Organe *a* Fig. 426 geführt worden ist, zeigt bei *xp* das Leitbündel. Die Orientierung des Xylems *x* und des Phloëms *p* — der zwischen *x* und *p* befindliche Gewebestreifen scheint Amylom zu sein — ist bei der Rückwärtsrichtung der Blattfüße durchaus die zu verlangende; denn der Schnittlinie durch das obere Wangenpaar, die in der Figur mit *ow* bezeichnet wurde, liegt das Xylem, der Schnittlinie durch das untere Wangenpaar *uw*, das Phloëm entgegengerichtet. Die Linie *uw* ist also die der Stammseite zugekehrte, während die Linie *ow* der von außen sichtbaren Fläche entspricht. Bei aufwärts gerichteten Blattfüßen müsste man, von außen nach innen vorschreitend, zuerst das untere Wangenpaar treffen, also auch das Phloëm, dann das Xylem und endlich das obere Wangenpaar. Das geschilderte Verhalten ist ein weiterer Beweis für die Richtigkeit der angegebenen Aufstellung der *Lepidophloios*-Stammstücke. Das Grundparenchym *g* des Blattfußes löst sich sehr leicht von dem es bedeckenden Hautgewebe ab, wie das auch auf unserem Querschliff durch Lückenbildung *lü* zwischen dem Hautgewebe des unteren Wangenpaares und dem Grundparenchym zu bemerken ist. Auch das Hautgewebe des oberen Wangenpaares trennt sich leicht los: auf unserem Schliff fehlt dasselbe in der Linie *ow* vollkommen. Das gleichseitige Dreieck *sr* ist der Querschliff durch einen Stereomstrang, der zur Ligulargrube verläuft. Die Orientierung dieses Dreiecks entspricht demgemäß auch derjenigen der genannten Grube. Von dem Mittelpunkt des Dreiecks ausgehend, erblickt man Risse, die zu den Ecken verlaufen, welche Risse wiederum hinsichtlich ihrer Orientierung den 3 Strahlen des Sterns der *Lepidophloios*-Ligulargrube entsprechen: sie bilden ein auf dem Kopfe stehendes Y, wie der dreistrahlige Stern der Ligulargrube. Zwischen *sr* und dem Leitbündel klafft das Grundparenchym auf unserem Schliff, eine schmale langgezogene Lücke bildend. Die mit *sa* bezeichneten Gebilde sind Querschliffe durch *Stigmaria*-Appendices, welche das ganze Stammstück des *Lepidophloios*-Exemplares durchziehen. Die beiden a^2 bezeichneten Stellen sind die Querschnitte durch Stränge eines dünnwandig-parenchymatischen, lückenreichen Gewebes. Die Fig. *C* zeigt die zellige Zusammensetzung eines dieser Stränge a^2 stärker vergrößert, noch umgeben von einem Teil des Grundparenchyms. Ob die Lücken in diesem dünnwandigen Parenchym erst nachträglich bei der Verwesung des Stückes, während der Lage desselben im Schlamme, zustandegekommen sind, oder ob sie schon im Leben der Pflanze gebildet wurden, ist mit Sicherheit nicht zu sagen. Mir machen sie streckenweise den Eindruck von durch Zellzerfall im Leben entstandenen Gängen oder Lücken. Ob — wie zu vermuten — Intercellularen vorhanden sind, konnte ich leider mit Sicherheit nicht ausmachen. Bei *Lepidodendron* sind diese Parenchymstränge, deren Querschnitte ebenso wie bei *Lepidophloios* die Seitennärbchen in den Blattnarben erzeugen, wie schon S. 725/26 gesagt, in der Blattlamina bekannt geworden; so zeigt z. B. ein von J. Felix (Untersuchungen über den inneren Bau westfälischer Carbonpflanzen 1886, Taf. II, Fig. 3) veröffentlichter Querschliff durch ein Blatt von »*Lepidodendron selaginoïdes* v. Sternb.« in den beiden Blattflügeln ebenfalls die in Rede stehenden beiden Stränge. Glücklich geführte Längsschliffe durch einen Blattfuß unseres dolomitisierten *Lepidophloios*-Stammstückes (Fig. 427*B*) ergeben nun, wie ich l. c. zeigte, den im Folgenden geschilderten Verlauf und Bau der Stränge a^2, die in interessanter Weise die Frage nach dem Bau der in unseren Figuren 416, 417 und 426*A* mit *a* bezeichneten Gebilde auf der Außenfläche des unteren Wangenpaares des *Lepidodendreen*-Polsters im wesentlichen lösen und dadurch auch eine begründete Ansicht über die Bedeutung derselben gestatten. Wie nämlich unsere etwas über 2mal vergrößerte Fig. 427*B* eines solchen Längsschliffes veranschaulicht, der den einen der in Rede

stehenden Parenchymstränge a^2 von seiner Mündung in einem Seitennärbchen s ab eine beträchtliche Strecke in das Polster hinein zu verfolgen gestattet, verläuft der Strang zunächst eine kurze Strecke — wenn wir vom Seitennärbchen ausgehen — in einer gewissen Entfernung von der Außenfläche der Linie des unteren Wangenpaares uw. An der Stelle, wo das eine der beiden auf der Außenfläche des unteren Wangenpaares (Fig. 426 *A*) mit a bezeichneten Gebilde beginnt, nähert sich der Parenchymstrang der Oberfläche, indem das den Strang von der Oberfläche trennende Hautgewebe verschwindet. Ich habe diese Stelle in der Fig. 427 *B* mit a^1 bezeichnet. Der Parenchymstrang verläuft dann genau der Länge eines der Gebilde a (Fig. 426 *A*) entsprechend unmittelbar an der Oberfläche, so dass derselbe erst weiter hinauf (nach der Ansatzstelle des Blattfußes zu) wieder von Hautgewebe bedeckt wird. In der Nähe der Ansatzstelle des Blattfußes am Stamm nimmt der Parenchymstrang in einem anderen Längsschliff, auf welchem sich der Strang etwas weiter verfolgen lässt als in dem Schliff (Fig. 427 *B*) an Dicke zu. Die Entfernung der Querschnitte durch die beiden Stränge a^2 des Querschliffes (Fig. 427 *A*) ist, wie das (bei parallelem Verlauf der beiden Stränge) wegen der aufgedeckten Beziehung der Gebilde a^1 zu a^2 zu verlangen ist, durchaus dieselbe wie diejenige der beiden Gebilde a auf dem unteren Wangenpaar unseres dolomitisierten *Lepidophloios*-Exemplares (Fig. 426 *A*). Der Blattfußquerschliff (Fig. 427 *A*) trifft die Parenchymstränge a^2 ungefähr in der Region, wo in dem Längsschliff (Fig. *B*) entsprechend »a^2« hingesetzt worden ist: es ist daher erklärlich, dass sich zwischen den Strängen und der Außenfläche des Querschliffes eine ziemlich beträchtliche Gewebelage (etwas Grundparenchym und das Hautgewebe) eingeschaltet findet. Der Längsschliff (Fig. *B*) ist etwas schief geführt und trifft die entsprechenden Teile des Querschliffes (Fig. *A*) etwa in der dort gezogenen Linie $\alpha\beta$. Wir sehen, dass diese Linie den zur Ligulargrube führenden Stereomstrang sr berührt, weshalb wir auch einen Teil dieses Stranges in dem Längsschliff (Fig. *B*) bei sr wiederfinden. Denken wir uns die gerade Fortsetzung des Stranges sr, so treffen wir in der That die Stelle des oberen Wangenpaares, der Linie ow, wo die Ligulargrube zu suchen wäre. Um einen bequemen Ausdruck bei der Besprechung der Gebilde a^1 und der Gänge a^2 zu haben, und weil es mir am begründetsten scheint, dass sie im wesentlichen mit der Transpiration in Beziehung stehen, habe ich die Gebilde a, resp. a^1 als Transpirationsöffnungen und die Stränge a^2 als Transpirationsstränge (= Parichnos, vergl. S. 724) bezeichnet. A. Schenk beschreibt (Die fossilen Pflanzenreste, 1888, S. 61) die Außenfläche der Transpirationsöffnungen von *Lepidodendron* ganz richtig, indem er hervorhebt, dass sie »bei sehr guter Erhaltung als ein Häufchen sehr kleiner runder Punkte unter der Lupe« erscheint. Die Transpirationsöffnungen erinnern in der That — worauf auch Solms-Laubach (Einl. in die Paläophytologie, 1887, S. 202) aufmerksam macht — an die »Öffnungen, die man in wechselnder Anordnung an der Basis der Blattstiele bei den Baumfarnen findet«, die wohl den Lenticellen der Funktion nach entsprechende Transpirationsorgane sind. Über die in Rede stehenden Öffnungen bei den Farnbäumen findet sich eine Notiz bei H. v. Mohl, die ich hier zum Abdruck bringe. Er erwähnt die Öffnungen (Über den Bau des Stammes der Baumfarne. Vermischte Schriften, 1845, S. 110 u. 111), indem er sagt: »Im Blattkissen findet sich ein Organ von eigentümlicher Struktur, welches im übrigen Pflanzenreiche kein Analogon zu haben scheint, wenn man dasselbe nicht nach Unger's Ansicht mit den Lenticellen vergleicht, und welches unter der Form von elliptischen oder rundlichen Gruben von 2—4‴ Länge, die mit einem rostfarbenen Pulver gefüllt sind, erscheint. An den jungen Teilen des Stammes von *Alsophila nigra* waren diese Gruben noch nicht vorhanden, sondern von einer dünnen, unregelmäßig zerreißenden Membran, welche mit der Epidermis der benachbarten Teile in unmittelbarem Zusammenhange steht, bedeckt«. Und etwas später: »An den Stellen, an welchen sich die oben beschriebenen, mit einem rostfarbenen Pulver gefüllten Gruben finden, ist die Rinde vollkommen durchbrochen. Diese Öffnung ist von einem parenchymatosen Zellgewebe erfüllt, welches nach innen eine über die Rinde der Öffnung übergreifende Protuberanz bildet, nach außen dagegen mehr und mehr durch Vergrößerung der Intercellulargänge sich auflockert, so dass die äußeren Zellen sich nur

mittels weniger, nach Art von Fortsätzen hervorgezogener Punkte berühren und leicht auseinander fallen.« Würden die Parenchymstränge a^2 keine Communication mit der Außenwelt durch die Hautgewebeöffnungen a, resp. a^1 zeigen, so läge es bei der — mit Rücksicht auf die nähere Verwandtschaft mit den Isoëtaceen etwas entfernteren — Verwandtschaft der Lepidophyten mit den Lycopodiaceen näher, die Stränge a^2 mit den Schleimkanälen in den Blättern und Sporophyllen, die bei einigen *Lycopodium*-Arten beobachtet worden sind (De Bary, Vergl. Anatomie, 1877, S. 455 und 456), zu vergleichen. Es ist aber noch ein weiterer Grund anzuführen, der die Deutung der in Rede stehenden Stränge als Transpirationsorgane unterstützt. A. Zoebl giebt (Der anat. Bau der Fruchtschale der Gerste. Verh. d. naturf. Ver. in Brünn XXVII, 1889) eine Abbildung des Querschnittes einer Gerstengranne, die — ebenso wie unser Querschliff durch den *Lepidophloios*-Blattfuß — zwei locker-parenchymatische Stränge zeigt, deren Intercellularen durch je eine Spaltöffnungszeile mit der Außenwelt in Verbindung stehen. Zusammen mit Mikosch hat Zoebl nachgewiesen (Die Funktion der Grannen der Gerstenähre. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. 101, Wien 1892), dass die Grannen Transpirationsorgane sind. Bei dem Zusammenhang der Stränge mit den Öffnungen auf dem unteren Wangenpaar von *Lepidophloios* liegt es also auch bei dem Vergleich mit der Gerstengranne nahe, die in Rede stehenden Organe bei den fossilen Pflanzen als Transpirationsorgane anzusehen.

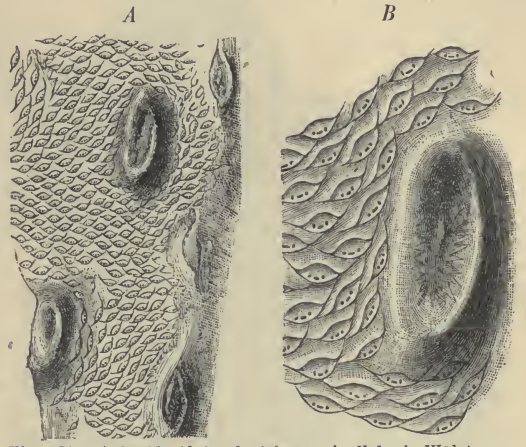


Fig. 428. *A Lepidophloios laricinus* mit *Halonia*-Wülsten. — *B* ein Stückchen von 1 mit einem *Halonia*-Wulst in $^3/_1$. (Aus Potonié's Lehrb.)

Von *Lepidophloios*-Arten seien genannt: *Lepidophloios laricinus* Sternberg (Fig. 425 u. 428), *L. macrolepidotus* Gold. (Fig. 426) und *L. crassicaulis* (Corda zum Teil), welche letztere sich von den vorigen Arten durch höhere Blattnarben unterscheidet.

Von besonderen Erhaltungszuständen, nach Verlust des Hautgewebes oder mehr oder minder dicker Lagen des Rindengewebes kommen vor: 1. *Bergeria*-ähnliche, nur dass hier der centrale Punkt nicht dem Leitbündelquerschnitt, sondern der Ligulargrube, resp. dem Querschnitt des zu derselben verlaufenden Stereomstranges entspricht, 2. *Knorria* und 3. *Aspidiopsis*. — Die *Halonien* sind Stücke mit den Ansatzstellen von Blüten, vergl. über dieselben im nächsten Abschnitt.

Blütenverhältnisse. Dass die zuweilen sehr großen (mehrere Spannen langen) Blüten (*Lepidostrobus* Brongn.) meist endständig an den letzten Auszweigungen vorkommen, deutet die Tafelfigur 409 links eines restaurierten *Lepidodendron*-Exemplares an; die Blüten können aber auch stammbürtig sein. So werden als *Ulodendron* Sternb. *Lepidodendron*-Stammoberflächen (mit meist schlecht erhaltenen Blattpolstern) bezeichnet, welche zwei gegenständige, senkrechte Zeilen großer, schüsselförmiger Einsenkungen tragen. Die Schüsseln sind im Umriss elliptisch bis ei-kreisförmig (Fig. 429 und Tafelfigur 409). An ihren tiefsten Stellen, mehr oder minder excentrisch nach unten verschoben, ist eine Narbe, eine im ganzen kreisförmige Abbruchsstelle, bemerkbar, in deren Mitte sich der Querschnitt eines Leitbündels markiert. Die Böschungen der Schüsseln zeigen mehr oder minder deutliche *Bergeria*-Skulptur oder bei guter Erhaltung *Lepidodendron*-Polster (R. Kidston, Relationship of Ulodendron to Lepidodendron etc. 1885, S. 123 ff. t. 4 f. 2). In seltenen Fällen sitzen noch zapfenartige Blüten in den Schüsseln, wodurch ihre Bedeutung klargestellt wird (Solms, Einleitung, S. 214). Da

hier die Blüte ungestielt ist, ist es nicht zu verwundern — sagt Solms —, wenn sich zwischen ihr und dem tragenden Stamm, der wahrscheinlich während ihrer Entwickelung an Dicke zunahm, eine Druckfläche bildete, die, der Zapfenbasis entsprechend, Bechergestalt haben musste. »Die Abbruchsstelle wird dann um so tiefer, und um so excentrischer liegen, je spitzer der Winkel ist, den der Zapfen mit dem tragenden Stamm bildet.«

Die Lepidostroben (Fig. 430), sind zapfenförmig, ihre Achse dicht in Spiralen mit Sporophyllen (*Lepidophyllum* Brongn.) besetzt. Meist sind die Blüten einachsig, nur ein Exemplar (Lindley and Hutton, Foss. fl. of Great Britain III. London 1837, pl. 163) zeigt eine gegabelte Achse, dadurch sehr an die oft gegabelten Lycopodiaceenblüten erinnernd. Die Sporophylle lassen 3 Teile unterscheiden: 1. einen dem Blattpolster der Laubblätter homologen, rechtwinkelig abstehenden Blattgrund von meist querrhombischem Querschnitt, der 2. auf seiner Oberseite ein großes Sporangium trägt, und 3. eine aufwärts gerichtete, meist lanzettliche Lamina, welche zuweilen nach unten einen Fortsatz entsendet. Solms (Einleitung S. 241) hat oberseits am Grunde der Lamina ein kleines, stumpf-dreieckiges, in der Mitte mit einem Punkt versehenes Närbchen konstatieren können, das nichts anderes als eine Ligulargrube sein kann. Es sind mehrere heterospore Zapfen gefunden worden, die in ihrem unteren Teile Makro-, in ihrem oberen Mikrosporangien besitzen. Vergl. z. B. A. Brongniart (Not. s. u. fruit d. Lycop. foss. C. rend. d. l'Ac. Bd. 67. 1868) und E. W. Binney (Obs. struct. foss. pl. II. 1871, pl. X f. 1 u. XI f. 2). Andere Zapfen haben oben und unten, wie es scheint, nur einerlei Sorte Sporen zu erkennen gegeben; bei gewissen Arten sind daher vielleicht die Makro- und Mikrosporen auf verschiedene Zapfen localisiert. Die Makrosporen der Lepidophyten sind durch eine tetraëdrische Spitze ausgezeichnet (Fig. 430); bei ihrer Größe sind dieselben auch dann auffällig, wenn sie allein vorliegen: sie wurden unter dem Sondernamen *Flemingites* Carruthers beschrieben.

Fig. 429. *Ulodendron minus* in 1/2 der nat. Gr. (Original.)

Die Lepidostroben zeigen Verschiedenheiten, die darauf hinweisen, dass die Gattung *Lepidodendron* eine Sammelgattung ist, die also mit anderen Worten in mehrere Genera zerfällt. Bis jetzt kann man 3 solche unterscheiden, und zwar 1. eine Gattung mit Blüten wie die vorher beschriebenen und Fig. 430 abgebildeten, also mit Lepidostroben im engeren Sinne, 2. die Gattung *Spencerites* Scott und 3. *Lepidocarpon* Scott.

1. **Lepidostrobus** im eng. S., siehe oben.

2. **Spencerites** Scott (vergl. die letzte Mitteilung des Autors in seinen »Studies of foss. Botany« 1900, p. 175 ff.). — Schmale, ährenförmige Blüten mit spiralig gestellten

oder gedrängt-wirteligen, alternierenden Sporophyllen, die eine Länge von 2—2,5 mm aufweisen und peltat sind (Fig. 431). Jedem Sporophyll sitzt ein kugeliges Sporangium kurzgestielt in der Nähe des Sporophyllstieles der anadromen Seite der peltaten Lamina an; Sporangiumwandung aus prosenchymatischen, in Richtung der Wandungsfläche gestreckten Zellen. Sporen geflügelt: ein äquatorial verlaufender, continuierlicher Luftbehälter. Mikrosporen unbekannt, daher unklar ob hetero- oder homospor. Achse mit centralem Bündel von Lycopodiaceentypus, also centripetalem Xylem; manchmal kleiner »Markkörper«. Sporophyllspuren horizontaler abgehend als bei *Lepidostrobus* i. e. S. — Hiernach dürfte es sich in *Spencerites* um die Blüte einer Lepidodendracee handeln; es ist aber nicht ausgeschlossen, dass in *Spencerites* ein Sigillariaceenrest vorliegt.

3. **Lepidocarpon** Scott 1900. — Bei *L.* wurde jedes Makrosporangium, das auf der nach oben hin gewendeten Fläche des Sporophylls saß, zur Reifezeit in ein Integument eingeschlossen, das dem Gewebe des Sporophyllstieles entsprang. Das Integument ließ am Gipfel nur einen mikropylen-ähnlichen Zugang zum Makrosporangium, der sich von der ± röhrigen und im Querschnitt punktförmige Mikropyle der gewöhnlichen Samen durch seine verlängerte, schlitzartige Form unterscheidet. In dem Sporangium wurden 4 Makrosporen gebildet, von denen nur eine fast den ganzen Innenraum des Sporangiums ausfüllt, während die anderen 3 klein und offenbar unreif bleiben. Das integumentierte Makrosporangium, das also nur eine reife Spore, resp. einen Embryosack enthält, löst sich dann zusammen mit den Resten seines Sporophylls von der Zapfenblüte. Es scheint indehiscent gewesen zu sein und bietet starke Analogien zu einem echten Samen. — In einer männlichen Blüte, die vermutlich zu derselben Species wie der eben beschriebene weibliche Rest gehört, waren die Mikrosporangien ebenfalls von Integumenten umgeben, die denen der Makrosporangien ähnlich sind, nur dass sie weiter geöffnet sind. — Im übrigen gleichen die hierher gehörigen Reste durchaus denjenigen der Lepidostroben i. e. S.: hinsichtlich der Anatomie, dem Vorhandensein einer Ligula, die die übliche Stellung zwischen Sporangium und Sporophyllspitze einnimmt, u. s. w.

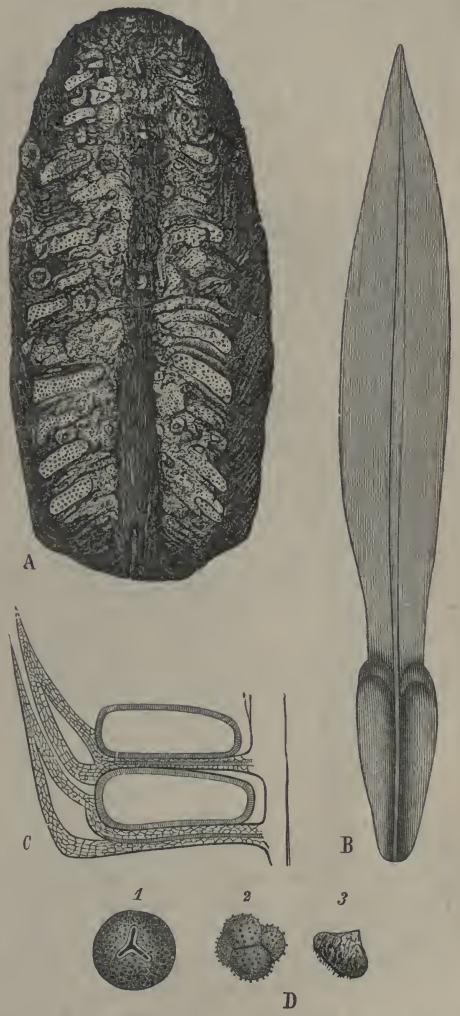


Fig. 430. *A* Längsschliff durch einen *Lepidostrobus* in 2/3 der nat. Größe, unten mit Makro-, oben mit Mikrosporen. — *B Lepidophyllum.* — *C* Längsschliff durch 2 Sporophylle mit je 1 Sporangium. — *D* Sporen: 1 Makro-, 2 und 3 Mikrosporen der Blüte *A*, die erstere in 40/1, die letzteren in 120/1. (*A* und *D* nach Schimper; *C* nach J. D. Hooker.)

4. Es ist noch der unter dem Namen *Halonia* Lindley u. Hutton bekannte Erhaltungszustand zu erwähnen. Die Halonien sind Stengelorgane, bedeckt mit entfernt stehenden, breit-kegelförmigen Wülsten, deren Gipfel abgeflacht sind, und in deren Centrum sich eine punkt- bis kreis- oder mehr oder minder ellipsenförmige, kleine Narbe

bemerkbar macht. Zwischen den Wülsten ist oft *Bergeria*-ähnliche Felderung wahrnehmbar. Sind die epidermalen Gewebe der Halonien noch erhalten (Fig. 428), so ergiebt sich die Zugehörigkeit derselben zu *Lepidophloios* (H. Potonié, Zugehörigkeit von *Halonia*. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. XI, 1893, S. 485ff.). Der Fig. 428 abgebildete Rest ist unanfechtbar als *Lepidophloios laricinus* zu bestimmen und zeigt dabei typische *Halonia*-Wülste. In günstigen Fällen sitzen den centralen Narben der Wülste Blüten an. Ähnlich den Hilfsgattungen *Aspidiaria*, *Bergeria*, *Knorria*, *Aspidiopsis* oder besser noch *Ulodendron* bezeichnet »*Halonia*« also nur einen Erhaltungszustand der Stamm- und Stengelteile in der die Blüten tragenden Region der Gattung *Lepidophloios*. Ausführlicher gesagt: *Halonia* ist synonym mit denjenigen Zweigstücken von *Lepidophloios*, welche mit den Wülsten besetzt sind, die je eine abgefallene, endständige Blüte getragen haben, und zwar handelt es sich in denjenigen Fällen um die echte Lindley und Hutton'sche Gattung *Halonia*, wenn an den Resten das Hautgewebe, resp. nur die Epidermis schlecht erhalten oder diese und auch Rindenteile oder die Blattpolster nicht erhalten sind, kurz wenn eine definitive Bestimmung der Reste auf Grund der Blattpolster unmöglich ist. Die Negativansichten, Hohldrucke, von *Halonia*-Oberflächen hat Fr. Goldenberg (Flora saraepontana fossilis. 1. Heft. 1855, S. 19 u. 20, Taf. III, Fig. 11) als *Cyclocladia* (*Cyclocladia* Lindley u. Hutton ist etwas anderes, vergl. S. 556) beschrieben: sie sind begreiflicher Weise leicht mit *Ulodendren* zu verwechseln, da dann die *Halonia*-Wülste als napfförmige Einsenkungen erscheinen. Mit Rücksicht auf das bei den Sigillariaceen über die Beziehung der Wechselzonenbildung zu dem Auftreten der Blüten Angegebene sei auf ein von W. Carruthers (On Halonia L. a. H. and Cyclocladia Gold. 1873, Taf. VII, Fig. 1) bekannt gegebenes *Lepidophloios*-Stammstück mit *Bergeria*-ähnlicher Felderung aufmerksam gemacht, das mit Feldern besetzt ist, die allmählich von der Basis des Stückes bis zu seiner abgebrochenen Spitze an Höhe abnehmen, so dass das Zweigstück in seiner oberen Hälfte weit niedrigere Felder zeigt; in dem obersten Drittel des Zweigstückes etwa sind die Felder am niedrigsten. Was nun aber für uns von besonderem Interesse ist, das ist die Thatsache, dass das ganze Fossil »*Halonia*«-Wülste, d. h. also Blütentragende Emergenzen nur in der Region mit den schmalsten Feldern, also nur in dem oberen Drittel des Zweigstückes entwickelt hat. Vergleiche also Näheres über diese Erscheinung unter Sigillariaceen S. 750/51. Gewöhnlich stehen die *Halonia*-Wülste in lockeren Schrägzeilen, so dass sie am ganzen Umfang des Stengels erscheinen. F. E. Weiss berichtet über Exemplare (Verhandl. der Ges. deutscher Naturf. u. Ärzte. 71. Vers. Sept. 1899, Leipzig 1900, p. 219), die nur 2 Reihen Wülste zeigen, wodurch sie an die Ulodendren (Fig. 429) erinnern.

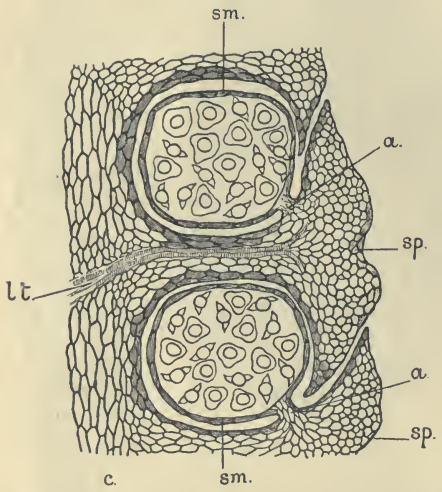


Fig. 431. *Spencerites insignis*. Schema eines Teilchens des radialen Längsschliffes durch eine Blüte mit einem vollständigen Sporophyll und Teilen von 2 anderen; ca. 15mal vergr. — *c* Rindenteil der Achse, *lt* Sporophyllleitbündel, Blattspur, *sp* peltate Lamina des Sporophylls, *sm* Sporangien mit geflügelten Sporen, *a* Ansatzstelle der Sporangien. (Aus Scott's Studies.)

Verbreitung. Die Lepidodendraceen sind vornehmlich im Carbon, und zwar ganz besonders in den unteren und mittleren Schichten desselben, sehr häufig; aber noch im Rotliegenden einerseits und Unterdevon andererseits wurden spärliche Reste gefunden. Die Gattung *Lepidodendron* ist häufiger als *Lepidophloios*.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Näheres hierüber bei den Sigillariaceen.

Einteilung der Familie. Weil wir zur Zeit noch nicht hinreichend über die Zusammengehörigkeit der einzelnen Reste orientiert sind, mussten vorläufig noch die provisorischen »Gattungen« für die fertilen Reste einerseits und andererseits diejenigen für die sterilen Reste beibehalten werden; diese provisorischen Einteilungen wurden im Vorausgehenden bereits geboten.

Bothrodendraceae

von

H. Potonié.

Mit 1 Figur in 2 Einzelbildern.

(Manuskript abgeschlossen im Januar 1901.)

Gewisse Lepidophyten weisen Eigentümlichkeiten sowohl der Lepidodendraceen als auch der Sigillariaceen auf, so dass die Unterbringung derselben in einer besonderen, die beiden genannten Familien verbindenden Familie gerechtfertigt ist, und dies um so mehr als die Bothrodendraceen auch in ihrem geologischen Auftreten ihre Eigenschaft als Mischtypus insofern kundthun, als sie den Sigillariaceen und Lepidodendraceen chronologisch vorausgehen, wenn sie auch noch im produktiven Carbon mit den letztgenannten zusammen gelegentlich Vorkommen entsprechend der auch sonst immer wieder zu beobachtenden Thatsache, dass ältere Typen durch das Auftreten neuer nicht sofort verdrängt werden, sondern oft noch lange — wenn auch nicht mehr in der ursprünglichen hervortretenden Weise — erhalten bleiben.

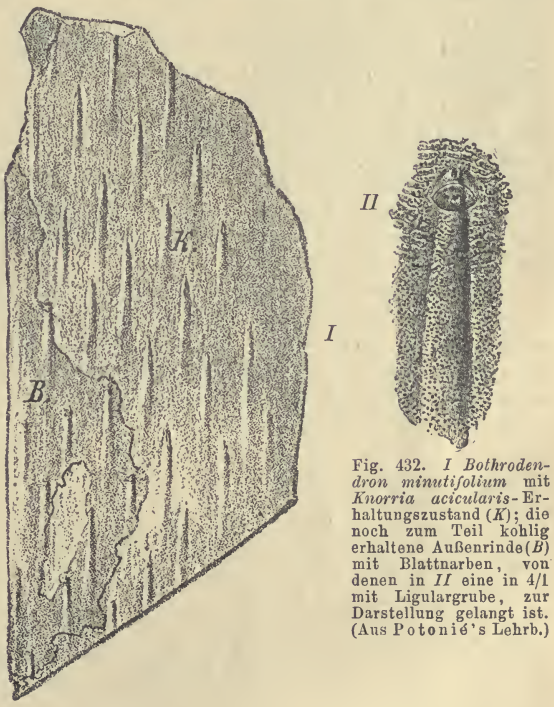


Fig. 432. *I Bothrodendron minutifolium* mit *Knorria acicularis*-Erhaltungszustand (*K*); die noch zum Teil kohlig erhaltene Außenrinde (*B*) mit Blattnarben, von denen in *II* eine in 4/1 mit Ligulargrube, zur Darstellung gelangt ist. (Aus Potonié's Lehrb.)

Die vollentwickelten Blattnarben der *B.*, Fig. 432, sind sehr viel kleiner als bei den Lepidodendraceen und Sigillariaceen. Über den Blattnarben befindet sich eine Ligulargrube. In der Blattnarbe sind 3 Närbchen vorhanden (*Bothrodendron* Lindley und Hutton) oder nur ein centrales Närbchen (*Cyclostigma* Haughton); die Möglichkeit, dass in letztem Falle die beiden Seitennärbchen vorhanden waren, aber nur wegen ungenügender Erhaltung noch nicht sicher genug beobachtet werden konnten, ist nicht ausgeschlossen, da auch die Cyclostigmen Knorrien als Erhaltungszustände aufweisen, welche das Vorhandensein von Parichnos, das ja die Seitennärbchen erzeugt, kundgeben. Andererseits ist es nicht unmöglich, dass bei den Cyclostigmen die Blattspur in dem Parichnos derartig eingebettet ist, dass nur ein, und zwar dann größeres

Närbchen in die Erscheinung tritt, wie es in der That bei den Cyclostigmen der Fall ist (Näheres bei Potonié, Die Silur- u. Culmflora des Harzes u. des Magdeburgischen 1901). An »*Cyclostigma*«-Exemplaren aus dem »Oberdevon« von Kiltorkan in Irland glaube ich hier und da 3 Närbchen sehen zu können. — Über die eingestochenen Punkte auf der Epidermis von *Bothrodendron* Fig. 432 *II* vergl. S. 746.

Von der bestbekannten *Bothrodendron*-Art, *Both. minutifolium* (Boulay) Zeill. (Fig. 432), aus dem mittleren produktiven Carbon bildet Weiss (Subsigillarien 1893, T. I. Fig. 3 u. 4) ein verzweigtes, oben noch lepidodendroid-beblättertes Stück ab, das in der oberen Region durchaus auch lepidodendroide Polsterung zeigt, die unten verschwindet und der bei den Subsigillarien (vergl. S. 750) als leioderme Skulptur beschriebenen Oberflächenbeschaffenheit Platz macht, wie sie die Bothrodendren gewöhnlich zeigen. Dasselbe hatte Zeiller vorher auch für *Both. punctatum* L. u. H. — derselben Verbreitung wie die vorige Art, aber mit höheren Narben, von nieren-kreisförmiger Gestalt — angegeben. Der bei den Lepidodendraceen so häufige *Knorria*-Erhaltungszustand kommt, wie unsere Fig. 432 *I* erweist, bei *Bothrodendron* ebenfalls vor (Potonié, Zugehörigkeit der Gattung Knorria, 1892), und zwar ist es der *Knorria acicularis* genannte Typus, der für die Bothrodendraceen charakteristisch ist. Für die Annäherung an die Lepidodendraceen spricht ferner die Thatsache des Vorkommens von *Ulodendron*-Schüsseln, die bei *Both. punctatum* constatiert worden sind, während von Kidston (Some carbon. Lycopods 1889) für *Both. minutifolium* an den Enden dünner, beblätterter Zweige Blüten von *Lepidostrobus*-Habitus angiebt, die auch in der That von Zeiller (Bass. h. de Valenciennes 1888) als *Lepidostrobus Olryi* (ein L. mit quirlständigen Sporophyllen) beschrieben wurden. Unter der Kohlenrinde ist bei *Both. punctatum Aspidiopsis*-Erhaltungszustand bekannt geworden (Zeiller, Bass. h. d. Valenciennes 1886, T. 75). Eine wichtige *Bothrodendron*-Art ist außer den genannten: *Both.* (*Cycl*) *kiltorkense* (Haughton) des »Oberdevons«, eine Art, die ebenfalls im *Knorria*-Erhaltungszustand bekannt ist, mit kreisförmigen und sogar aufrecht-elliptischen Blattnarben. — In der 1. und 2. Flora kommen mehrere Arten vor, im mittleren produktiven Carbon sind auch noch einige Arten vertreten, von denen oben zwei genannt wurden, und aus dem oberen produktiven Carbon endlich ist eine Art, *Both. sparsifolium* Weiss, bekannt geworden mit hoch-elliptischen, zerstreut stehenden Narben.

Auch bei den Cyclostigmen (*Cyclostigma hercynium* Weiss), die der 1. Flora angehören, sind die noch jungen, dünnen Zweige lepidodendroid gepolstert, was zu falschen Bestimmungen solcher Reste, sofern sie sich nicht mehr mit Stammresten mit *Cyclostigma*-Skulptur in organischem Zusammenhang befinden, Veranlassung gegeben hat. Auch der *Knorria*-Erhaltungszustand von *Cyclostigma* gehört zu dem Typus *K. acicularis*.

Sigillariaceae

von

H. Potonié.

Mit 20 Figuren in 21 Einzelbildern.

(Manuskript abgeschlossen im Januar 1901.)

Merkmale. Gabelig-stämmige (auch unverzweigte?) Bäume (Tafelfig. 409, rechts) mit deutlichem, echtem Markkörper und Secundärholzung, sonst wie bei den Lepidodendraceen. Die unterirdischen Organe sind *Stigmaria* oder *Stigmariopsis*. Die letztgenannte »Gattung« ist u. a. durch überaus rasch sich wiederholende, also kurze, nicht in derselben Ebene erfolgende Gabelverzweigungen von *Stigmaria* verschieden. B. meist nicht auf Polstern, sonst wie bei den Lepidodendraceen, jedoch im ganzen 6seitige Blattnarben hinterlassend. Bl. gestreckt-zapfenförmig, wohl nur stammbürtig und gestielt.

Vegetationsorgane und anatomisches Verhalten.

a. Die unterirdischen Organe. — Wie bei den Lepidodendraceen sind auch bei den *S.* als unterirdische Organe Stigmarien vorhanden, und zwar sind es sowohl die Eusigillarien als auch die Subsigillarien des Paläozoicums, welche Stigmarien besitzen. Außerdem sind aber noch *Stigmaria*-ähnliche aber in einigen Punkten doch recht abweichende unterirdische Organe bekannt geworden, die Grand' Eury als *Stigmariopsis* bezeichnet hat, und endlich ist zu erwähnen, dass die einzige bekannte sogen. Sigillarie des Mesozoicums (aus dem ob. Buntsandstein) wiederum *Stigmaria*-ähnliche, aber von dieser und von *Stigmariopsis* doch bemerkenswert unterschiedene unterirdische Organe besessen hat, die als *Pleuromoia* bekannt sind (vergl. hinten: *Pleuromoiaceae*).

1. Über **Stigmaria** Brongn. ist S. 717—21 bei den Lepidodendraceen das Nötige gesagt; hier ist nur nachzuholen, dass Stigmarien nicht nur wiederholt in Verbindung mit Lepidophyten-Stämmen gefunden worden sind, sondern dass auch als Ausnahme *Stigmaria*-Narben auf *Subsigillaria*-Stämmen beobachtet worden sind. Gewisse Stammoberflächenstücke von *Sigillaria Brardii*, von denen Fig. 433 ein Teilchen zur Anschauung bringt, zeigen nämlich unter den meisten, aber nicht allen Blattnarben *Stigmaria*-Narben in der Einzahl oder gepaart. Es sind gewiss *Stigmaria*-Narben, deren verschwundene Appendices sich an umgestürzten, noch lebenskräftigen Stämmen durch den Reiz der Bodenfeuchtigkeit entwickelt haben, ebenso wie sich bei lebenden Pflanzen oftmals Adventivwurzeln, und zwar an morphologisch genau den gleichen Orten, also unter den Narben von Laubblättern, entwickeln können. Dass die *Stigmaria*-Narben auf den Stammoberflächen unserer Sigillarie als Ausnahmeerscheinung aufgefasst werden müssen, ist wohl einleuchtend, wenn man im Auge behält, dass bisher nur 2 Stücke mit solchen Narben bekannt geworden, hingegen sich Stücke derselben Species ohne *Stigmaria*-Narben häufig in den Sammlungen finden.

Fig. 433. Stückchen der epidermalen Stammoberfläche von *Sigillaria Brardii* Unter den Blattnarben je eine oder zwei *Stigmaria*-Narben. (Aus Potonié's Lehrb.)

Bemerkenswert ist die Übereinstimmung der *Stigmaria*-Narbenform mit den Narben, welche von den Nadeln auf den Stengel- und Stammteilen der Weiß- oder Edeltanne (*Abies alba* Miller) hinterlassen werden. Die erhabenen Mittelpunkte entsprechen hier wie dort Leitbündeln, welche in die Nadel, resp. in die Anhänge eintreten. Noch auffallender ist die Übereinstimmung der *Stigmaria*-Narben mit den Narben, die die Wurzeln unserer recenten Nymphaeaceen auf den Rhizomen bilden. Da hier die Rhizome auch mit Blättern besetzt sind, die ebenfalls Narben hinterlassen, und die Wurzeln unterhalb der Blattansatzstellen hervorkommen, so ist die Übereinstimmung mit der Fig. 433 abgebildeten *Sigillaria*-Stammoberfläche eine sehr große. Die erwähnten *Stigmaria*-»Appendices« (Fig. 413), lassen sich daher mit Beziehung auf diesen Vergleich als Wurzeln bezeichnen. Auch die Isoëtaceenwurzeln hinterlassen *Stigmaria*-ähnliche Narben.

Unter den Lycopodineen der Jetztwelt besitzt die nur aus vier Arten zusammengesetzte, tropische Familie der Psilotaceen (die beiden Gattungen *Psilotum* und *Tmesipteris*), welche ganz den Eindruck aussterbender Epigonen vorweltlicher Pflanzen machen, unterirdische Organteile, die in ihrer Lebensweise und dabei in morphologischer Beziehung, namentlich in ihrer äußeren Gestalt, durchaus den Stigmarien entsprechen. Die Psilotaceen besitzen gar keine echten Wurzeln, sondern nur Rhizome, die unterirdisch-horizontal wie die Stigmarien verlaufen und wie diese durch wiederholte echte Gabelteilungen sich verzweigen. Sie tragen meist eine ziemlich dichte Behaarung, welche die Funktion der Wurzelhaare übernimmt. Das Fehlen einer Wurzelhaube und ferner die Thatsache, dass die Enden senkrecht emporwachsen und ihre direkten Fortsetzungen oberirdische, beblätterte Sprosse werden können: alles dies spricht für die Deutung ihrer morphologischen Natur als Rhizome.

Im Obigen wurden die Stigmarien als Rhizome bezeichnet und nur die Appendices als Wurzeln; genauer fasse ich jedoch die Stigmarien in morphologischer Hinsicht als Zwischenbildungen zwischen Stengel- und Wurzelorganen auf und zwar aus folgenden Gründen. — Die morphologischen Organe dürfen nicht als absolut heterogen und mit einander unvergleichbar angesehen werden, wenn man sich nicht in starken Widerspruch mit der Descendenztheorie setzen will. Die Stigmarien scheinen nun geeignet, ein Licht über den morphogenetischen Zusammenhang von Spross (also Stengel + Blätter) und Wurzel zu werfen. Bei den Lepidophyten haben wir oberirdische Achsen, die Blätter tragen, und unterirdische Achsen, die Wurzeln tragen, letztere wenigstens deshalb als Wurzeln zu bezeichnen, weil sie die Funktion von typischen Wurzeln haben und in den paar Fällen, wo sie wie bei *Sigillaria Brardii* gelegentlich an oberirdischen Achsen vorkommen, dieselbe Stellung einnehmen wie bei recenten Pflanzen. Die quincunciale Stellung der Sigillarienblätter behalten nun die Appendices an den unterirdischen Achsen ebenfalls bei, und es liegt daher nahe, anzunehmen, dass die unterirdischen Achsen morphogenetisch mit den Sprossen zusammenhängen. Die Achsen erzeugen unterirdisch lebend nur Wurzeln, oberirdisch nur Blätter, und in den Fällen, in denen sie in eine Lage geraten, wo außer den oberirdischen auch unterirdische Einflüsse walten, neben den Blättern auch noch Wurzeln. Es ist namentlich die Blattstellung der Appendices, welche verleitet hat, die letzteren zu den Blättern zu rechnen, da ja die Nebenwurzeln an Hauptwurzeln höher organisierter Pflanzen sonst in entfernten Längszeilen stehen. Vergl. auch S. 743 unten.

2. **Stigmariopsis** Grand' Eury (Fig. 434). — Grand' Eury hatte darauf hingewiesen, dass gewisse *Sigillaria*-Stämme im Carbon von St. Étienne unterirdische Organe

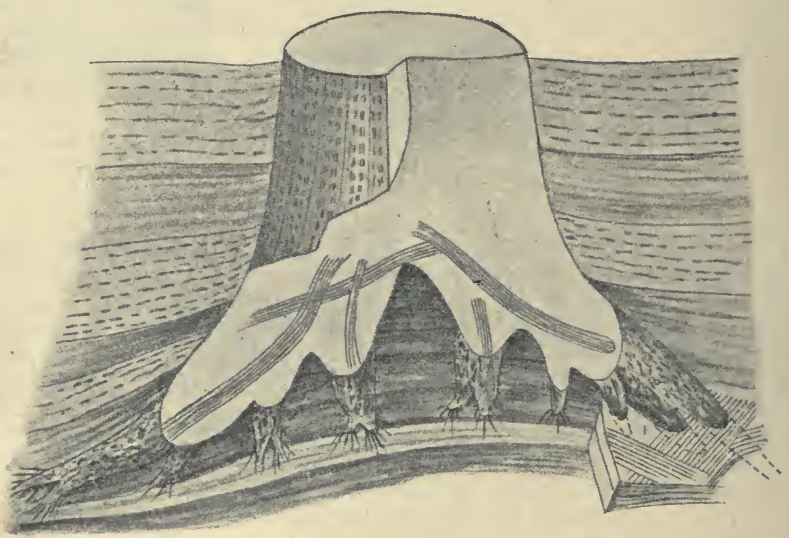


Fig. 434. *Stigmariopsis* von etwa 1 m Durchmesser (in der Mitte des Stumpfes gemessen) in schematischer Darstellung. Die ganze rechte und die untere Hälfte des Stumpfes sind im Längsaufbruch dargestellt. Auf der Bruchfläche sieht man die calamitoiden Marksteinkörper. Links oben die Oberfläche des Stumpfes in *Syringodendron*-Erhaltungszustand. (Nach Grand' Eury.)

besitzen, die zwar *Stigmaria*-ähnlich, aber doch von den typischen Stigmarien so verschieden sind, dass er für dieselben den besonderen Namen *Stigmariopsis* einführte. *Stigmariopsis* ist identisch mit Goldenberg's *Stigmaria rimosa* (*St. abbreviata*). Auch *Stigmariopsis* scheint sowohl bei den Eu- als auch bei den Subsigillarien vorzukommen, möglicherweise wird sich herausstellen, dass *Stigmaria* und *Stigmariopsis* überhaupt nur verschiedene Formen eines und desselben Organes sind, die gleichzeitig an einem und demselben Individuum vorkommen können. Nach den Abbildungen bei Grand' Eury,

bei Solms-Laubach (in seiner Arbeit Stigmariopsis, Jena 1894) und auch nach der Figur einer *Stigmariopsis* mit rhytidoleper *Syringodendron*-Skulptur des Stammstumpfes bei Rich. Brown (reproduciert bei Goldenberg in seiner Fl. saraepontana II, 1857, Taf. X, Fig. 3, 4) hätten wir es mit Eusigillarien zu thun, und es ist hinzuzufügen, dass *Stigmariopsis*-Reste in den unteren Saarbrücker Schichten des Saarrevieres vorkommen, aus denen Subsigillarien überhaupt unbekannt sind. Im Carbonreviere St. Étienne's hingegen, wo die Subsigillarie *Sigillaria Brardii* häufig ist, hat mir Hr. Grand' Eury *Sigillaria*-Stammstümpfe in *Syringodendron*-Erhaltungszustand gezeigt, die offenbar ebenfalls zu *S. Brardii* gehörten, deren unterirdische Organe *Stigmariopsis* waren. Andererseits zeigt uns die Fig. 433, dass *S. Brardii* auch mit *Stigmaria*-Narben vorkommt, die von denen von *Stigmariopsis* verschieden sind.

»Infolge der überaus rasch wiederholten Verzweigung der vier divergierenden Hauptrhizomäste — sagt Solms (gekürzt) bei Beschreibung eines Stammstumpfes mit *Stigmariopsis* — strahlt von der Stammbasis aus eine Menge Auszweigungen in das unterliegende Gestein. Die Verzweigung erfolgte nicht durch in einer Ebene gelegene Gabelungen: wenn man Rhizomzweige fortbrechen ließ, so kamen unter ihnen weitere Zweige zum Vorschein. Gegen das Centrum hin werden sie kürzer, kegelförmig-verjüngt und wuchsen mit steilerer Neigung nach unten«. An der Basis des einen der vier primären Rhizomquadranten des in Rede stehenden Exemplars konnten zwei kurze, stark-kegelförmig verjüngte, senkrecht nach abwärts gerichtete Zapfen mit *Stigmariopsis*-Oberfläche constatiert werden. Solche senkrechten Zapfen hat schon früher R. Brown als »tap roots« beschrieben. Die Oberfläche der *Stigmariopsis*-Zweige ist sehr *Stigmaria*-ähnlich, aber die Narben, welche die Appendices hinterlassen, sind nicht kreisförmig, sondern sie gleichen dem Querschnitt einer Linse. Die Fläche zwischen den Narben ist feingerunzelt. Der Binnensteinkern von *Stigmariopsis* unterscheidet sich auffallend von dem von *Stigmaria* (vergl. S. 721); er erinnert sehr an *Calamites*-Steinkerne; aber schon das Fehlen von Nodiallinien, mit anderen Worten die durchgehende Berippung, zeigt schnell den Unterschied. Die Rippen der Binnensteinkerne sind ca. 1 mm breit und haben einen gerundet-concaven Rücken, der wenig hervortritt. Die flachen, thalartigen Furchen sind stets etwas breiter und durch eine feine Streifung ausgezeichnet, die die Rippen bei bester Erhaltung auch zeigen. Renault hat unter dem Namen *Stigmaria flexuosa* Reste bekannt gegeben, deren Oberflächenbeschaffenheit derjenigen der *Stigmaria rimosa* (also *Stigmariopsis*) gleicht, und deren Mark von einem primären Cylinder trachealer Elemente umgeben wird, der eine »bande continue cannelée« bildet. Wenn nun hier ein Binnensteinkern entstand, so musste er das Aussehen derjenigen von *Stigmariopsis* besitzen. Das drängt dazu, bei der letztgenannten Gattung und *Stigmaria* ursprünglich differente anatomische Struktur anzunehmen.

Goldenberg hat (Flora saraepontana fossilis 1855—1862) Stücke von *Stigmaria rimosa* teils noch in Zusammenhang mit einem Stammstumpf von *Sigillaria camptotaenia* Wood (= *Sig. rimosa* Gold.) abgebildet, welche den ganz allmählichen Übergang der Narben der *Stigmariopsis* zu der des Stammes klar machen. Da überdies die Stellung der Narben am *Stigmariopsis*-Körper dieselbe wie die von Blättern ist, zeigen sich die Anhänge hier durchaus — in theoretisch-morphologischer Beziehung — als Blätter. Der S. 741 besprochene Fall des Auftretens von *Stigmaria*-Narben auf den oberirdischen Stammteilen gemahnt jedoch zur Vorsicht, so dass am besten auf Grund der bisherigen Kenntnisse zu sagen ist: die Stigmarienanhänge stimmen in morphologischer Beziehung in wichtigen Punkten mit Blättern überein, bezüglich des eventuellen Auftretens unter typischen Blattnarben jedoch mit Wurzeln, deren physiologische Funktion sie auch haben. Wir betonen daher nochmals, dass man die Stigmarien i. w. S. in morphologischer Hinsicht am besten als Mittelbildungen zwischen Stengel- und Wurzelorganen verstehen wird. Von hohem Interesse sind diesbezüglich die S. 721 erwähnten Untersuchungen Renault's, nach denen thatsächlich die Appendices einmal mehr den Charakter von Blättern, ein andermal mehr von Wurzeln hätten. Eine Nachprüfung der Sachlage wäre recht erwünscht.

b. Die oberirdischen Organe. — Die Sigillariaceen sind gabelig-stämmige Bäume, aber, wie es scheint, nicht so reich verzweigt wie die Lepidodendraceen, so dass gegabelte Stücke bei weitem seltener sind. Gabelstücke sind nur von Favularien und Subsigillarien bekannt. Es scheinen auch ganz unverzweigte Sigillarien vorgekommen zu sein. Goldenberg hat nämlich (Flora saraepontana fossilis I, 1855) zwei Steinkerne, einen kleinen und einen $5^1/_2$ m langen, abgebildet, die allerdings zu den Sigillariaceen gehören dürften und merkwürdigerweise gänzlich unverzweigt sind. Diese Objekte zeigen aber ganz andere Stammformen, als sie sonst Bäume besitzen siehe Tafel-Fig. 409. Goldenberg sagt: »So wurde ein förmlicher Sigillarienwald aufgeschlossen, und zwar in der Gestalt, wie er einst leibte und lebte. Die Wurzeln dieser Pflanzen lagen in ein und demselben geologischen Niveau, und die Stämme derselben befanden sich noch in ihrer ursprünglichen senkrechten Richtung auf diesem ihrem alten Grund und Boden. Die meisten dieser Sigillarien . . . hatten unten 2—3 Fuß im Durchmesser und endigten oben in einer abgerundeten Spitze, ohne irgend eine Spur einer Verästelung zu verraten.« Einen solchen Stamm bildet der genannte Autor Tafel B Fig. 13 in $^1/_{50}$ der natürlichen Größe ab. In natürlicher Größe muss dieser Stamm an seinem Grunde einen Durchmesser von etwa 2 m, in seiner Mitte von über $1^1/_2$ m aufweisen; er erhebt sich in Form eines Zuckerhutes (nicht cylinderförmig oder schlank kegelförmig wie sonst Bäume) bis zu der schon angegebenen Höhe von $5^1/_2$ m. Die Oberfläche desselben bildet die sogenannte *Syringodendron*-Skulptur einer rhytidolepen Sigillarie, die S. 747 erläutert wird.

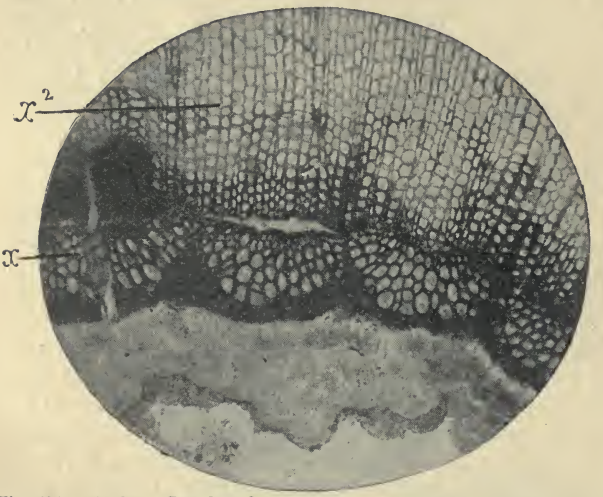


Fig. 435. *Sigillaria Brardii*. Querschliff durch ein Stückchen des Holzcylinders. *x* primäre Xylemstränge, x^2 Secundärxylem, ca. 18 mal vergr. (Aus Scott's Studies.)

Anatomisch untersuchbare Reste sind besonders aus der Gruppe der Subsigillarien bekannt geworden (vergl. Brongniart, Observations sur la structure intérieure de Sigillaria elegans*) 1839 und Renault 1875, 1879, 1896). Diese, Fig. 435, weisen einen großen Markkörper auf, der auf dem Querschliff von einem Kranz von sichelförmigen Primärbündeln umgeben wird, die sich centripetal entwickelt haben und keineswegs seitlich immer voneinander scharf gesondert sind, sondern oft mehr einen continuierlichen Ring um das Mark bilden wie das Primärhydrom von *Lepidodendron*. Die Concavität dieser Bündel, von der je eine Blattspur abgeht, ist nach außen gewendet, und von derselben geht je ein secundärer, centrifugal entstandener Holzkeil aus. Die sehr mächtige, aus mehreren Lagen gebildete Rinde hat in einem Fall *Dictyoxylon*-Bau gezeigt, sonst besteht sie aus Zonen gleichartiger Zellen. Da der *Dictyoxylon*-Bau bei *Sigillaria Brardii* an einem Stück ohne Polsterung der Stammaußenfläche beobachtet worden ist, und der andere Bau bei einem *Subsigillaria*-Rest mit Polsterung meint Zeiller (Revue des travaux de paléontologie végétale publ. 1893—1896, Paris 1897 und 1898), dass hierin nicht unbedingt eine specifische Verschiedenheit ausgedrückt zu sein brauche, sondern dass die anatomische Verschiedenheit sehr wohl entweder mit dem schnelleren Wachstum der polsterlosen

*) Brongniart hatte seinen Rest falsch bestimmt. *S. elegans* gehört nämlich nicht zu den Subsigillarien, sondern zu den Favularien.

»leiodermen« Stücke, die dann einen maschigen »Kork« bilden, und dem langsameren Wachstum der Polster besitzenden »clathrarischen« Stücke, die dann ein continuierliches »Korkgewebe« besitzen, zusammenhängen könne.

Die Eusigillarien zeigen einen wesentlich gleichen Bau, nur dass die Primärbündel einen continuierlichen dicken Ring um das Mark bilden. Auch ein secundärer Holzring scheint vorhanden gewesen zu sein (vergl. Williamson, Index to the authors collective memoirs on the fossil plants II 1893 p. 33 ff.). Die Hydroiden haben treppennetzförmige Verdickungen*).

Die Blätter der Sigillariaceen sind sehr lang, spitz und waren offenbar schneller abfallend als die der Lepidodendraceen. Ein Stück mit noch ansitzenden Blättern bildet Grand' Eury (Géol. et paléont. d. Bass. houiller du Gard 1890) ab; dasselbe trägt auch noch ansitzende Blüten. Die im ganzen hexagonalen Blattnarben, Fig. 436, bilden auf der Stammoberfläche meist deutliche Längszeilen und stehen gewöhnlich nicht auf Polstern; bei guter Erhaltung derselben sehen die Stammoberflächen wie mit einem scharfen Petschaft mit lauter Siegeleindrücken versehen aus, daher der Name Sigillariaceen, Siegelbäume. Die Narben zeigen wieder, aber in ihrer oberen Hälfte, seltener in der Mittelinie 3 Närbchen, die äußerlich gesehen von demselben Charakter erscheinen wie bei den Lepidodendraceen. Das mittlere entspricht in der That der Blattspur, während B. Renault (Notice sur les Sigillaires. 1888 und Bass. h. et perm. d'Autun et d'Epinac 1893 und 1896) die Seitennärbchen von *Sigillaria Brardii* als Strangquerschnitte aus einem kleinzelligen Parenchym untermischt von »canaux sécréteurs» beschreibt, die er für Gummikanäle hält. Die Ligulargrube fehlt den Sigillariaceen oberhalb der Blattnarbe ebenfalls nicht. Gebilde, die vielleicht Transpirationsöffnungen sind, sind erst in einem Falle gefunden (H. Potonié, Wechselzonenbildung der Sigillariac. 1893) Fig. 437. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass das sonstige Fehlen dieser Hautöffnungen in Beziehung steht mit den bei guter Erhaltung der epidermalen

Fig. 436. Eine Blattnarbe von *Sigillaria Brardii* in 2/1. (Nach Weiss.)

*) Renault bringt — ursprünglich durch die ältere Ansicht beeinflusst, dass pteridophyte Pflanzen kein secundäres Holzdickenwachstum besitzen könnten — die Sigillariaceen in 2 Gruppen: 1. *Favularia* und *Rhytidolepis*, die nach ihm Pteridophyten sein können, und 2. *Clathraria* und *Leiodermaria*, die er den Gymnospermen nähert, und welche letztgenannten »Gattungen« R. trennt, obwohl nachgewiesen ist, dass sie zusammengehören, wie deren clathrarische und leioderme Oberflächenskulpturen mehrfach an einem und demselben Stück vorkommen (vergl. S. 750). Er begründet dies dadurch, dass die Rinde von *Clathraria Menardi* eine continuierliche »zone subéreuse« aufweist, während bei *Leiodermaria* »*spinulosa*« das »Kork«-Gewebe ein Maschensystem darstellt. Zeiller's Meinung, dass die anatomische Verschiedenheit sehr wohl entweder mit dem schnelleren Wachstum der polsterlosen leiodermen Stücke, die dann einen maschigen Kork bilden, und dem langsameren Wachstum der Polster besitzenden clathrarischen Stücke, die dann ein continuierliches Korkgewebe besitzen, zusammenhängen könne, oder aber damit, dass *Sigillaria Menardi* und *S. Brardii* (= *S. spinulosa*) sich specifisch durch die angegebene anatomische Verschiedenheit unterscheiden, haben wir oben schon erwähnt. Da die eingehendere Kenntnis der Anatomie der *Favularia-Rhytidolepis*-Gruppe fehlt, legt R. Gewicht auf die vermeintliche Verschiedenheit in der Anordnung der Blatt- und Blütennarben bei den beiden Sigillariengruppen. Bei der genannten 1. Gruppe sollen die Blüten immer zwischen den Verticalzeilen der Blätter inseriert sein, während dieselben bei der *Clathraria-Leiodermaria*-Gruppe axillär, also unmittelbar über den Blattnarben und nicht seitlich zwischen diesen gestellt sein sollen. Es verhält sich aber nicht so, da irgend eine Constanz in diesen Merkmalen garnicht vorhanden ist, wie seit langem *Sigillaria*-Reste der 1. Gruppe beschrieben worden sind, deren Blütennarben unmittelbar über den Blattnarben auftreten, und andererseits Reste der 2. Gruppe, bei denen die Blütennarben zwischen den Orthostichen stehen. Dafür giebt Zeiller (Revue, Paris 1897 und 1898) Beispiele an und bietet photographische Figuren, so z. B. einige von *S. Brardii*, aus denen zu ersehen ist, dass in diesem Falle die unter den Blütennarben stehenden kleineren Blattnarben nicht zur Stammoberfläche mit größeren Blattnarben gehören, sondern die untersten Blattnarben des Blütensprosses sind.

Stammoberflächen der Sigillariaceen bemerkbaren feinen Poren, die bei den Lepidodendraceen fehlen, aber auch bei *Bothrodendron*, Fig. 432 *II*, vorhanden sind. Diese Poren sind möglicherweise Spaltöffnungen, wie solche ja auch an recenten Pflanzen auf den Stämmen z. B. succulenter Euphorbiaceen vorkommen. Bei dieser Annahme würde sich das übliche Fehlen von lenticellenartigen Transpirationsöffnungen, wie sie die Lepidodendraceen besitzen, bei den Sigillariaceen leicht verstehen. Wie das Lepidodendraceenpolster in theoretisch-morphologischer Hinsicht zum Blatte zu rechnen ist (vergl. S. 724), so muss auch angenommen werden, dass die Vorfahren der polsterlosen Sigillariaceen oder diese in ihrer Jugend Blattpolster besessen haben, so dass die freilich an Stammoberflächen stärkerer Reste meist nicht abzugrenzende Umgebung der Blattnarben als zum Blatte gehörig (als dessen Basis) anzusehen ist. So sieht auch Solms (Einleitung 1887, S. 200 u. 248) die Sache an. Zu einer Blattbasis würde oberhalb der Narbe der Teil zu rechnen sein, der die Ligulargrube trägt, und unterhalb der Narbe bei dem oben erwähnten Rest Fig. 437 mit Transpirationsöffnungen (?) der Teil, der letztere enthält. Einen Sinn hat die Zurechnung der Blattnarbenumgebung zum Blatt nur durch die Annahme, dass bei der Stammbildung der Pflanzen, im Verlaufe der Generationen, die untersten Teile der Blattstiele, resp. Blattteile nach und nach vollkommen mit dem ursprünglichen Stamm verwachsen sind, also ein »Pericaulom« (vergl. S. 504) gebildet haben. Eine Übergangsbildung würden die Farnstämme mit ihren Blattfüßen (*Tubicaulis*) vorstellen, denn — nach Verschmelzung der Blattfüße mit dem Urstamm — würden wir Polsterbildung wie bei den Lepidodendraceen zu erwarten haben und endlich bei noch späteren Generationen glatte Stammaußenflächen. Wie aus dem unten Gesagten hervorgeht, wird diese Annahme durch die Reihenfolge des Auftretens der Sigillarien sehr schön unterstützt: in der 4. Flora sind namentlich die gepolsterten Sigillarien (die Favularien) zu Hause, und die *Sig. undulata* des unteren produktiven Carbons bildet einen Übergang zu den Sigillarien der 5. und 6. Flora, bei denen ganz vorwiegend die Blattnarben auf Rippen stehen, die durch Seitenfurchen zustandekommen, ohne dass jedoch die Narben oben und unten von den nächststehenden durch Querfurchen geschieden wären (*Rhytidolepis* und *Polleriana*), und endlich gelangen wir zu den Sigillarien der 7. Flora bis zum Rotliegenden, bei denen überhaupt die Polsterabgrenzung vollständig verlöscht ist (*Leiodermaria*) oder doch nur nebenbei vorkommt (*Clathraria*).

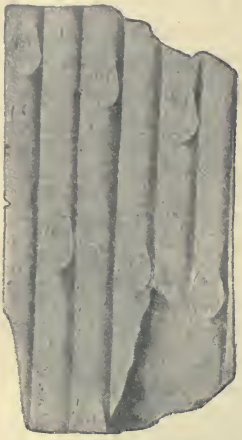


Fig. 437. Eine rhytidolepe Sigillarie mit »Transpirationsöffnungen«? (Aus Potonié's Lehrb.)

Fig. 438. *Syringodendron* in 1/4 der natürlichen Größe, mit Wechselzonen. (Aus Potonié's Erläuterung.)

Wie wir noch ausführlicher sehen werden, fasst man die Leiodermarien und Clathrarien als *Subsigillarien* zusammen, denen die erstgenannten, also die Favularien, Rhytidolepen und Polleriana als *Eusigillarien* gegenüberstehen.

Da auch bei den Sigillariaceen meist nur Abdrücke der Stammoberflächen, resp. diese selbst in

kohliger Erhaltung vorliegen, so ist man auf die Verwertung der Unterschiede derselben für die Systematik dieser Gewächse angewiesen, die hierdurch selbstredend wieder ganz künstlich ist. — Die nur selten noch dem Stamm anhaftend, aber oft abgefallen sich findenden Blätter sind langlineal.

Ist bei den Stammresten nur das äußerste Hautgewebe, die Epidermis, vielleicht nur aus einer einzigen Zellage bestehend, verloren gegangen, so markieren sich die Stellen, wo auf der Epidermis die Blattnarben gesessen haben, mit ihren Närbchen — wie das auch bei den Lepidodendraceen der Fall ist — ebenso wie eine eventuell vorhandene Polsterung noch deutlich, wenn auch natürlich nicht so scharf wie auf der Epidermis selber, Fig. 439. Von anderen subepidermalen Erhaltungszuständen sind bekannt: *Lyginodendron*, *Knorria*, *Aspidiopsis* und endlich ein Zustand, der bei seiner Häufigkeit besonderer Beschreibung bedarf und den Namen *Syringodendron* Sternb. erhalten hat. Es sind Steinkernoberflächen unter dem kohlig erhaltenen Teil der Rinde, Fig. 438 u. 441; sie besitzen eine ± deutlich ausgesprochene Längsstreifung, die, da es sich um Innenrindenerhaltungszustände handelt, der Streckung von Stereïden in der Rinde entsprechen dürfte. Unter jeder Blattnarbe erblickt man, den Seitennärbchen derselben entsprechend, zwei, oft sehr große, linienförmige oder elliptische Male, die untereinander ± verschmelzen können, so dass zuweilen nur ein einziges Mal vorhanden ist, was ohne weiteres verständlich wird, wenn man für die den Malen entsprechenden Stränge den gleichen Verlauf annimmt, wie er für das Parichnos S. 723 beschrieben wurde. Selten kann man zwischen den beiden erwähnten Malen wie in unserer Figur noch ein drittes, punktförmiges als Andeutung der Leitbündelspur bemerken. Gehören die Steinkerne zu Eusigillarien, so stehen auch die Paare der in Rede stehenden Male in Längszeilen auf flachen Rippen, Fig. 441, welche durch Längsfurchen voneinander getrennt sind, — gehören sie zu den Subsigillarien, so markiert sich auch die Polsterfelderung auf den Syringodendren, resp. es fehlt jede Furchenbildung, Fig. 440. — Nicht immer handelt es sich jedoch bei vorliegender *Syringodendron*-Skulptur um einen subepidermalen Erhaltungszustand; auch die epidermale Oberfläche der unteren, der alten Partien der Bäume kann die in Rede stehende Skulptur aufweisen. Durch das Dickenwachstum der Bäume werden die Blattnarben naturgemäß in die Breite gezogen werden müssen, wie wir das ja an recenten Pflanzen so leicht beobachten können; hierbei wird die Grenze der Blattnarbe immer mehr verwischt und verschwindet schließlich ganz; die Seitennärbchen nehmen hingegen an Größe wesentlich zu und werden sehr auffällig, oft kreisförmig und sogar breitgezogen-elliptisch: wir haben dann durchaus eine Skulptur, die derjenigen auf den Steinkernen unter der Kohlenrinde gleicht, nur dass hier — abgesehen von den größeren Verhältnissen — die Skulptur sich auf der Kohlenrinde befindet.

Fig. 439. Erhaltungszustand von *Sigillaria Brardii* nach Schwund der Epidermis. (Aus Potonié's Lehrb.)

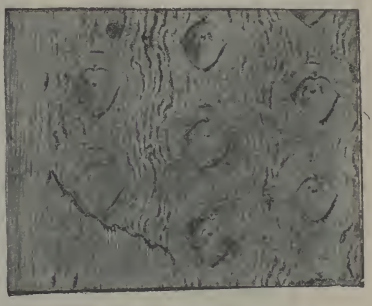


Fig. 440. *Sigillaria Brardii*. Die Kohlenrinde mit den Blattnarben ist links zum Teil weggesprengt, so dass der Steinkern mit *Syringodendron*-Skulptur zu Tage tritt. Der kohlig erhaltene Rindenteil ist etwas nach rechts verrutscht, da die Blattnarben nicht genau auf die *Syringodendron*-Narben passen. (Nach Weiss.)

Fig. 441. Rhytidolepes *Syringodendron*.

Die zahlreichen *Sigillaria*-Rindenoberflächen (Borkenbildung ist wie bei den Lepidodendraceen nicht beobachtet) lassen sich nur in die genannten beiden Untergruppen bringen. Bei dem Vorkommen verschiedener Skulpturen auf einem und demselben Stück, wie das näher zu erläutern ist, und mit Rücksicht auf das mit dem Stammdickenwachstum notwendig verknüpfte allmähliche Breiterwerden der Blattnarben, wodurch diese an verschiedenen Stellen des Stammes einen ganz verschiedenen Anblick gewähren müssen, hat man die systematische Gliederung der Sigillarien, die sich allein auf die Stammaußenskulptur gründen kann, wieder sehr misstrauisch anzusehen.

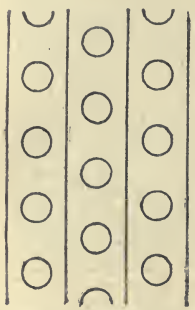


Fig. 442. Schema der *Rhytidolepis*-Skulptur. Die Kreise sollen die Blattnarben darstellen.

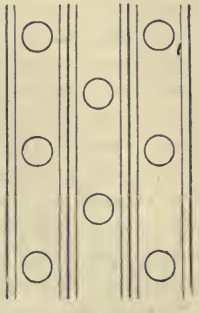


Fig. 443. Schema der *Polleriana*-Skulptur. Kreise = Blattnarben.

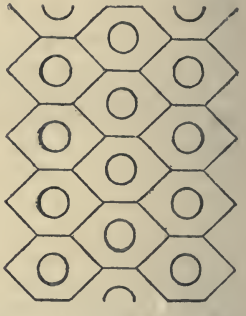


Fig. 444. Schema der *Favularia*-Skulptur. Kreise = Blattnarben.

1. **Eusigillariae** Weiss. — Die Eusigillarien sind vorwiegend im mittleren productiven Carbon verbreitet. Die Narben stehen stets in deutlichen Orthostichen auf breiten, flachwölbig vorspringenden Rippen. Werden diese Rippen durch gerade Furchen voneinander getrennt, so spricht man von *Rhytidolepis*-Skulptur, Fig. 442. Die Arten, deren Rippen deutlich in mehrere (3, seltener 5) Längsfelder zerfallen, so dass das mittlere Feld die Blattnarben trägt, fasst man als *Polleriana*, Fig. 443, zusammen. Stücke mit zickzackförmigen Trennungslinien der Rippen sind als *Favularia*, Fig. 444, zusammengestellt worden. Die einzelnen Blattnarben der *Rhytidolepis*-Skulptur können durch ± deutlich entwickelte Querfurchen (*Tessellata*-Skulptur, Fig. 445) voneinander getrennt sein, wodurch sich dann deutlich Polster markieren. Bei den *Favularia*-Oberflächen sind solche Querfurchen vollständig, hier also immer deutliche Polster vorhanden. An einem und demselben Stück können gelegentlich mehrere der Skulpturen miteinander abwechseln: Wechselzonenbildung, eine Erscheinung, die auf äußere Einflüsse, namentlich wechselnde Ernährungsverhältnisse, zurückzuführen ist. Es kommt vor *Rhytidolepis*- mit *Favularia*-Skulptur (vergl. H. Potonié, Wechselzonenbildung der Sigillariaceen 1893, Taf. IV, Fig. 1), sowie *Rhytidolepis*- mit *Tessellata*-Skulptur, Fig. 446. Wir finden hier die senkrecht unter einander befindlichen Blattnarbenzeilen, also die Orthostichen, durch scharfe, deutliche Längsfurchen voneinander getrennt; in der oberen Hälfte des Stückes stehen aber die Narben enger und sind durch nicht ganz durchgehende Querfurchen dicht oberhalb der Narben als Andeutungen von Polsterabgrenzungen voneinander getrennt, während die Narben der unteren Hälfte weit größere Entfernungen zwischen sich lassen und keinerlei Polsterabgrenzungen zeigen. Die Richtigkeit der Bemerkung des Grafen H. zu Solms-Laubach (Einleitung, S. 248): »Jede Längsrippe des *Rhytidolepis*-Stammes kommt durch die Verschmelzung der senkrecht übereinander stehenden Blattpolster zustande«, wird durch unser Exemplar erwiesen. Sollte die über der Blattnarbe so häufig auftretende Marke als Ligulargrube angesehen

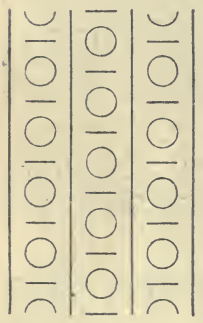


Fig. 445. Schema der *Tessellata*-Skulptur. Kreise = Blattnarben.

werden — und diese Deutung dürfte nunmehr auch für *Sigillaria* kaum Widerstand finden — so musste der Botaniker die Solms'sche Annahme machen, da die Ligula zum Blatte gehört. Mithin musste auch die Umgebung der Blattnarbe zum Blatte gerechnet werden, ebenso wie die Blattpolster der Lepidodendraceen als Basalteile der abgefallenen Blätter aufzufassen sind. Bemerkenswert ist noch an dem abgebildeten Rest, dass die Blattnarben ganz oben wieder lockerer zu stehen beginnen. Wir haben es also mit einer Zone enger stehender Narben zu thun, die oben und unten von zwei Zonen mit lockerer stehenden Narben begrenzt wird. Ich habe (Wechselzonenbildung l. c.) ausführlich begründet, dass die Zonenbildung an den Stammoberflächen der Sigillarien nicht, wie E. Weiss annahm, ausschließlich in einer Altersverschiedenheit der Oberflächen beruht, so dass die Blattnarben an den älteren Stengel-, resp. Stammteilen weiter auseinanderrücken, wie schon ohne weiteres durch Exemplare, an denen solche Zonen mit einander abwechseln, widerlegt wird, sondern sie ist — wie schon angedeutet — bedingt durch Ernährungs- und Witterungseinflüsse und stellt kein specifisches Charakteristicum für die *Sigillaria*-Arten dar.

Fig. 446. Sigillarie, unten mit rhytidoleper, oben mit tessellater Skulptur. (Aus Potonié's Lehrb.)

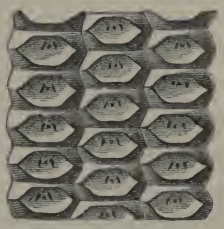


Fig. 447. *Sigillaria typus elegans*, schwach vergrößert.

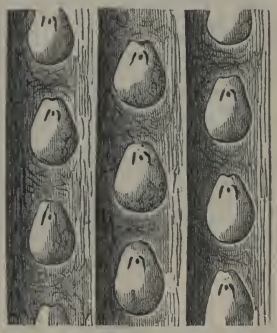


Fig. 448. Negativabdruck der *Sigillaria typus elliptica*.

Die Systematik der Eusigillarien liegt noch ziemlich im Argen. Die Favularien der preußischen Steinkohlengebiete hat Weiss (1887) bearbeitet und fast in $^1/_2$ hundert »Arten« gegliedert, für die übrigen Eusigillarien, die nach den gleichen Prinzipien gegliedert für sich noch mehr Arten als die Favularien ergeben müssten, fehlt noch eine monographische Behandlung.

Die Favularien, Fig. 447, sind vorwiegend in der 4. Flora charakteristisch. Die bekannteste favularische Art ist *Sig. elegans* Brongn. erw. der 4. und 5. Flora, bei der die Narben nicht im Centrum der Polster, sondern etwas nach oben hin gerückt erscheinen und bei der die bei anderen Arten deutliche Einkerbung des Narbenoberrandes nur schwach oder gar nicht vorhanden ist.

Die Hauptsigillarien der *Sigillaria*-Stufe, also der 5. Flora, sind Rhytidolepen, Tessellaten und Polleriana: man könnte daher genauer von einer *Favularia*- (4. Flora) und *Rhytidolepis*-Stufe (5. Flora) sprechen. Als Beispiele mögen die Figuren 447, 446 und 448 dienen. Die *Sig. elongata* Brongn. gehört zu den Polleriana, ebendahin gehören die *Sig. rugosa* Brongn., mit birnförmigen Narben und Rippen, die in 5 Längsfelder geteilt erscheinen, und die *Sig. reniformis* Brongn. mit sehr breiten, 3 felderigen Rippen und breit-nierenförmigen Narben. Alle diese Polleriana gehören der 5. Flora an; die letztgenannte Art kommt von der 5. bis zur 7. Flora vor.

Von rhytidolepen Formen seien genannt: *Sig. mamillaris* Brongn.: Narbe breit, durch Hervorwölbung des unteren Randes eine schräge Fläche bildend, über derselben eine

bogige Querfurche, unter derselben 2 divergierende, quergerunzelte Bänder. *S. elliptica* Brongn.: Narbe elliptisch bis schwach-birnförmig, Fig. 448. *S. Sillimani* Brongn.: Narbe verlängert-birnförmig, von den Seitenlinien derselben läuft je eine Linie herab, zwischen sich ein quergerunzeltes Mittelfeld bildend. *S. Voltzii* Brongn.: Von den ziemlich weit unten von der im ganzen birnförmig-dreieckigen Narbe gelegenen Seitenecken läuft je eine Linie schräg nach abwärts und von der schwachen Kerbe des Oberrandes geht eine federbuschartige Zeichnung aus. *S. undulata* Göpp.: Narbenform im ganzen wie vorher; die die Rippen trennenden Furchen schwachwellig gebogen. *S. Gräseri* Brongn.: Wie bei voriger Art, aber Rippen schmaler und Narben birnförmig. Mit Ausnahme von *S. undulata*, welche dem unteren produktiven Carbon angehört, gehören alle die genannten Rhytidolepenarten der 5. Flora an.

Subsigillariae Weiss. — Vorwiegend im oberen produktiven Carbon, auch im Rotliegenden (vergl. auch *Pleuromoia* aus dem Buntsandstein). — Die Narben stehen in mehr oder minder rhombischen Polstern, welche deutliche Parastichen bilden (*Clathraria*-,

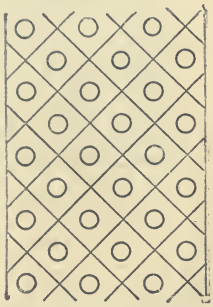


Fig. 449. Schema der *Clathraria*-Skulptur. Die Kreise sollen die Blattnarben vorstellen.

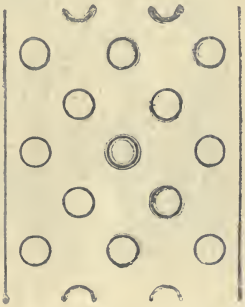


Fig. 450. Schema der leiodermen Skulptur. Die Kreise = Blattnarben.

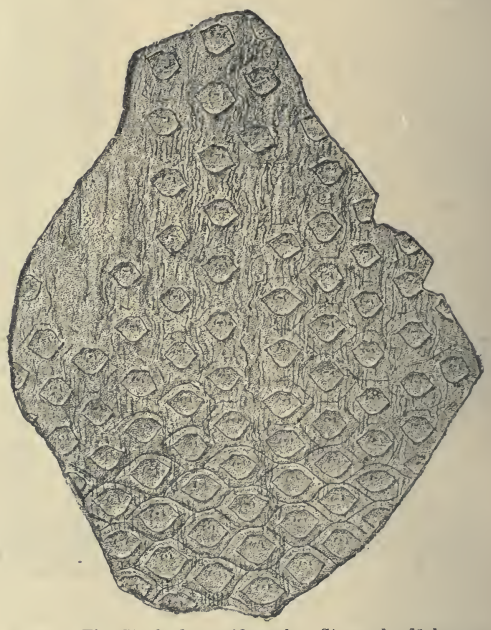


Fig. 451. Ein Stück der epidermalen Stammoberfläche von *Sigillaria Brardii*, unten mit clathrarischer, oben mit leiodermer Skulptur. (Aus Potonié's Lehrb.)

resp. *Cancellata*-Skulptur, Fig. 449), oder sie erscheinen gleichmäßig ohne Polsterabgrenzungen auf der epidermalen furchenlosen Rindenoberfläche verteilt (leioderme Skulptur, Fig. 450).

Diese beiden Skulpturen können in Wechselzonen an denselben Stücken vorkommen, Fig. 451, woraus u. a. hervorgeht, dass auch hier die zwischen den Blattnarben befindliche Fläche der leiodermen Stücke in theoretisch-morphologischer Hinsicht als aus den Blattbasen hervorgegangen anzusehen ist. Besonders hervorzuheben sind die Wechselzonen, die Grand' Eury (Géologie et paléontologie du bassin bouiller du Gard. 1890) an einigen Exemplaren von *Sigillaria camptotaenia* Wood zur Darstellung bringt. Das eine dieser Exemplare (l. c. Taf. XXII Fig. 1) ist über $^1/_2$ m lang und zeigt nicht weniger als 5 Zonen. Die Oberfläche ist dabei leioderm. Es wechselt immer eine Zone, deren Narben durch ihre sehr geringe Höhe und dabei verhältnismäßig bedeutende transversale

Ausdehnung mehr an die Blattnarben der Cordaïten erinnern, mit einer Zone ab, deren Narben die Conturen typischer *Sigillaria*-Narben zeigen, die freilich im übrigen dadurch abweichen, dass sie nur ein einziges auffallendes, centrales Närbchen aufweisen sollen. Dass es sich bei der *S. camptotaenia* auch an den Grand' Eury'schen Exemplaren mit Wechselzonenbildung nur um durch periodisch wechselnde klimatische Einflüsse bedingte Wachstumserscheinungen handelt, geht daraus hervor, dass von dieser Art, und dabei von etwa denselben Breitenverhältnissen wie die Grand' Eury'schen, auch lange Rindenoberflächen bekannt sind, die keine Spur von Zonenbildung aufweisen. Die Zonen der genannten Art sind also dadurch besonders bemerkenswert, dass die Blattnarben derselben sich wesentlich voneinander unterscheiden. Fast unwillkürlich wird man zu der Vermutung gedrängt, dass an den transversal-strichförmigen Blattnarben anders ausgebildete Blätter (etwa schuppenförmige Blätter) gesessen, während die anderen Zonen mit den hohen Narben Laubblätter getragen haben. Mag auch ein so ausgesprochener Unterschied der entsprechenden Blattzonen nicht vorhanden gewesen sein, so ist es doch fast selbstverständlich, dass die Spreitenteile an den schmalen, strichförmigen Narben nicht die ausgiebige Entwickelung gezeigt haben können, wie diejenigen, die den höheren, vollkommeneren Narben angesessen haben. Während und nach dem Auftreten von stärker variierenden, also einflussreicheren, in Jahresperioden wechselnden Witterungsverhältnissen mögen sich aber aus den flachnarbigen Zonen, durch Anpassung an die äußeren Verhältnisse solche mit Schuppenbekleidung entwickelt haben, die dann, wie bei unseren meisten heutigen Cycadaceen, während der für die Pflanzen ungünstigeren Zeit u. a. der Stammknospe Schutz geboten haben. Dieser Gedanke liegt gewiss sehr nahe.

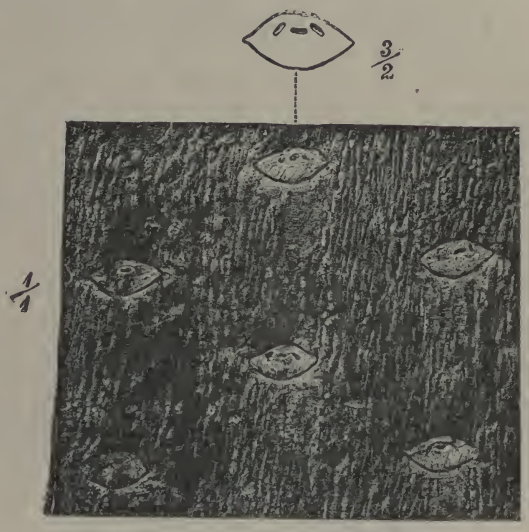


Fig. 452. *Sigillaria biangula.* (Nach Weiss.)

Eine systematische Betrachtung der Reste hat E. Weiss (Die Gruppe der Subsigillarien, nach dem Nachlass vollendet von T. Sterzel, 1893) geliefert. Es lassen sich mehrere wesentlich voneinander abweichende Typen unterscheiden. Die häufigste und bekannteste Art ist die *S. Brardii* Brongn. erweitert (= *S. spinulosa* Germ., *S. denudata* Göpp., *Semapteris* Unger, Anthracit-Lager in Kärnthen 1869 p. 788) die in den Figuren 433, 436, 439, 440 und 451 zur Darstellung gelangt ist; sie kommt von der Flora 7 ab vor, ist besonders für diese Flora, also das obere produktive Carbon, charakteristisch, ist aber auch im Rotliegenden nicht selten. — Die *S. Defrancei* Brongn. der 7. Flora ist eine clathrarische Form mit tiefen Furchen, hochgewölbten Blattpolstern, die eine breitgezogene, in horizontale Eckenkanten auslaufende Narbe besitzen; Ligulargrube fehlt bei dieser Art ausnahmsweise. — Die *S. biangula* Weiss der 7. Flora (Fig. 452) nähert sich in der Narbenform am meisten der sog. Buntsandstein-»Sigillarie« (vergl. die nächste Familie: *Pleuromoiaceae*).

Blütenverhältnisse. Die Blüten (*Sigillariostrobus* Schimper) sind wie bei den Lepidodendraceen ähren- bis zapfenförmig; sie sind stammbürtig und gestielt und hinterlassen an ihren Ansatzstellen auf den Stämmen besondere Narben zwischen den Blattnarben, und zwar sowohl bei den Eu- als auch den Subsigillarien nicht nur in Längszeilen zwischen den Blattnarbenorthostichen sondern auch unmittelbar über Blattnarben angeordnet,

so dass die Blüten in letzterem Falle axillär erscheinen. Zuweilen sieht man unmittelbar im Umkreise der Blütennarben wesentlich kleinere Laubblattnarben als diejenigen, die die Oberfläche des Stammrestes bekleiden; diese kleineren Blattnarben gehören den untersten, ersten sterilen Blättern des Blütensprosses an. — Die meist zerstreut, aber auch gehäuft, oft in senkrechten Zeilen in den Furchen auftretenden Abbruchsstellen von Blüten zwischen den Polstern, resp. Narben der Laubblätter zeigen eine unregelmäßig kreisförmige, elliptische, mehr oder minder regelmäßig polygonale Contour, deren Centrum das vertiefte Mal des in die Blüte eintretenden Leitbündels aufweist. Nicht selten treten die Blütennarben in bestimmten Zonen oder Regionen auf. Es zeigt sich nun, dass die Blütenbildung in Querzeilen oder -Regionen an Stücken mit Wechselzonen aufzutreten pflegt nach einer engnarbigen Blattzone oder, z. B. bei *Lepidophloios* (vergl. S. 738), innerhalb der engnarbigen Zone. Dem Botaniker ist es bekannt, dass die Blütenbildung von äußeren Einflüssen mehr oder minder abhängig ist. Licht und Trockenheit befördern die Blütenbildung und mindern das Wachstum der vegetativen Organe, Schatten und Feuchtigkeit befördern die Entwickelung der letztgenannten Organe. — Gestielte Blüten haben sich als zu den Eusigillarien zugehörig durch die Oberflächenskulptur ihrer Stiele erwiesen (R. Zeiller, Cônes des Sigillaires. Ann. d. sc. nat. sér. 6, vol. XIX. Bot. Paris 1884, S. 256 ff.); von den Subsigillarien ist ein Exemplar von *S. Brardii* noch mit ansitzenden Blüten bekannt geworden (Grand' Eury, Bassin Houiller du Gard »1890«). — Die Sporophylle sind abstehend und zeigen einen keilförmig verschmälerten Basalteil, auf dem Sporen, die bei ihrer Größe als Makrosporen (man kennt nur diese eine Sorte von Sporen) angesehen werden dürfen, liegen; die Sporangienwandung ist verschwunden.

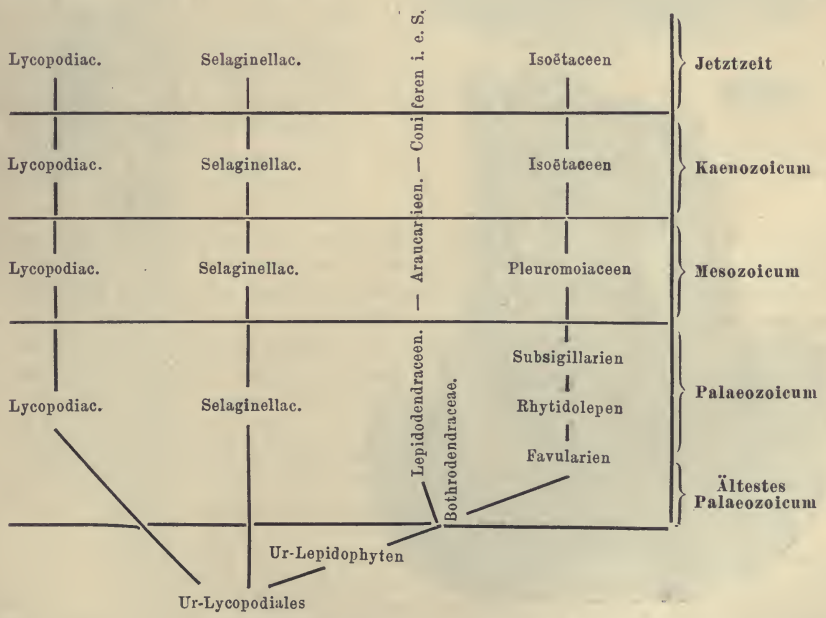
Die Blütenabbruchsstellen der Subsigillarien sind beschaffen wie die der Eusigillarien, woraus hervorgeht, dass auch hier die Blüten gestielt waren. (Vergl. den Unterschied zu *Bothrodendron* S. 740.)

Verbreitung. Die Sigillariaceen scheinen im echten Culm noch nicht vorzukommen, sind jedoch vom unteren produkliven Carbon ab schon ziemlich häufig und nehmen an Artenzahl bis zum mittleren produktiven Carbon (»Sigillarienstufe«) schnell zu und dann schnell wieder ab; auch im Rotliegenden finden sich vereinzelt Sigillarien (über die »Sigillarie« aus dem oberen Buntsandstein vergl. unter *Pleuromoiaceae*). Es wurde schon darauf hingewiesen, dass die ältesten Sigillarien in der Flora 4 vorwiegend Favularien sind. Schon die *S. undulata*, die wohl aus dieser selben Flora stammt, zeigt Auflösung der Polsterbildung, die dann bei dem Gros der Sigillarien der Flora 6 durch das Schwinden der Querfurchen schon wesentlich beseitigt ist, um an den älteren Stücken der Subsigillarien vom oberen produktiven Carbon (bis zum Buntsandstein) ganz verloren zu gehen. Im übrigen vergl. das Vorausgehende.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Dass eine nähere Verwandtschaft der Lepidodendraceen, Bothrodendraceen und Sigillariaceen zu den Lycopodiaceen und Selaginellaceen besteht, und zwar durch die Heterosporie und das Vorhandensein einer Ligula näher zu den letzteren als zu den ersteren, ist zweifellos; zu den Isoëtaceen sind aber die Beziehungen namentlich der Sigillariaceen noch weit auffälligere, so dass man sogar die ebenfalls heterosporen und mit Ligula versehenen Isoëtaceen als die directen Nachkommen von Sigillariaceen anzusehen vermag, eine Vermutung, die durch das Auftreten der Isoëtaceen erst im Mesozoicum unterstützt wird, während es echte Lycopodiaceen und Selaginellaceen (vergl. S. 715/16) wohl schon im Palaeozoicum gegeben hat. Hierdurch würden sich die letztgenannten beiden Familien als zu einer Reihe zugehörig ergeben, die sich parallel zu den Lepidophyten entwickelt hat. Das meist zweilappige, gedrungene Stämmchen von *Isoëtes* erinnert an die von vornherein stattfindende Gabelung der Stigmarienhauptkörper; auch die Wurzeln der *Isoëtes*-Stämmchen hinterlassen überdies in derselben Anordnung wie die Appendices der Stigmarien *Stigmaria*-Narben. Die anatomischen Verhältnisse des *Isoëtes*-Stämmchens nähern sich freilich mehr denjenigen Lepidodendraceen, die ein Centralbündel von Hadrom besitzen, aber

alles übrige spricht mehr dafür, dass die Isoëtaceen die direkten Nachkommen der Sigillariaceen sind. Insbesondere sei darauf aufmerksam gemacht, dass von den echten Stigmarien bis zu den *Isoëtes*-Stämmchen in morphologischer Hinsicht in den Stigmariopsen und in *Pleuromeia* Übergangsbildungen zu den *Isoëtes*-Stämmchen gegeben sind — so dass wir die Reihe erhalten: 1) *Stigmaria*, 2) *Stigmariopsis*, 3) *Pleuromoia* und 4) *Isoëtes*-Stämmchen, — wie man sie nicht besser wünschen kann. Dann kommt aber noch hinzu, dass die Sigillariaceen durch die offenbar gegenüber den Lepidodendraceen entschieden herabgeminderte Verzweigunsintensität und nun gar durch die Goldenberg'schen zuckerhutförmigen, ganz unverzweigten Exemplare (Taf.-Abb. p. 718) schon deutlich und auffallend auf die wie letztere ganz unverzweigten und überdies gestauchten Isoëtaceen gewissermaßen hinweisen. Schließlich sei auch noch erwähnt, dass die Isoëtaceen Wasserpflanzen sind und die Sigillariaceen Waldmoorpflanzen, die also ebenfalls in ständiger Feuchtigkeit gelebt haben. Man könnte geradezu die Isoëtaceen als gestauchte Sigillariaceen bezeichnen. — Der verwandtschaftliche Zusammenhang der Lepidodendraceen und Sigillariaceen ist durch die Bothrodendraceen gegeben, die sich bequem als Mischtypen zwischen beiden Familien auffassen lassen (vergl. S. 739). — Die Lepidodendraceen lassen sich am besten als die Vorläufer von Coniferen auffassen, deren ältere Typen, da sie entschieden an unsere Araucarien erinnern, durch das Vorkommen einsamiger Fruchtblätter bei den letzteren monosporangisch sind wie die Lepidophyten. Es kommt die interessante Thatsache hinzu, dass der als *Lepidocarpon* beschriebene Lepidophyt (vergl. S. 737) durch die Bildung einer Sporangiumhülle mit mikropylenartiger Öffnung eine Übergangsbildung zu den Samenpflanzen darstellt. — Bei dem Vorkommen von anatomischen Typen im Palaeozoicum, die nicht nur an *Lycopodiales*, sondern auch an *Filices* erinnern, ist ein phylogenetischer Zusammenhang zwischen den beiden Gruppen wahrscheinlich.

Aus dem Gesagten würde sich der folgende Stammbaum für die *Lycopodiales* ergeben:



Pleuromoiaceae

von

H. Potonié.

Mit 2 Figuren in 7 Einzelbildern.

(Manuskript abgeschlossen im Januar 1901.)

Litteratur: H. Graf zu Solms-Laubach, Über das Genus Pleuromoia. Bot. Ztg. 1899. In dieser Arbeit findet sich die wesentliche vor 1899 erschienene Litteratur angegeben.

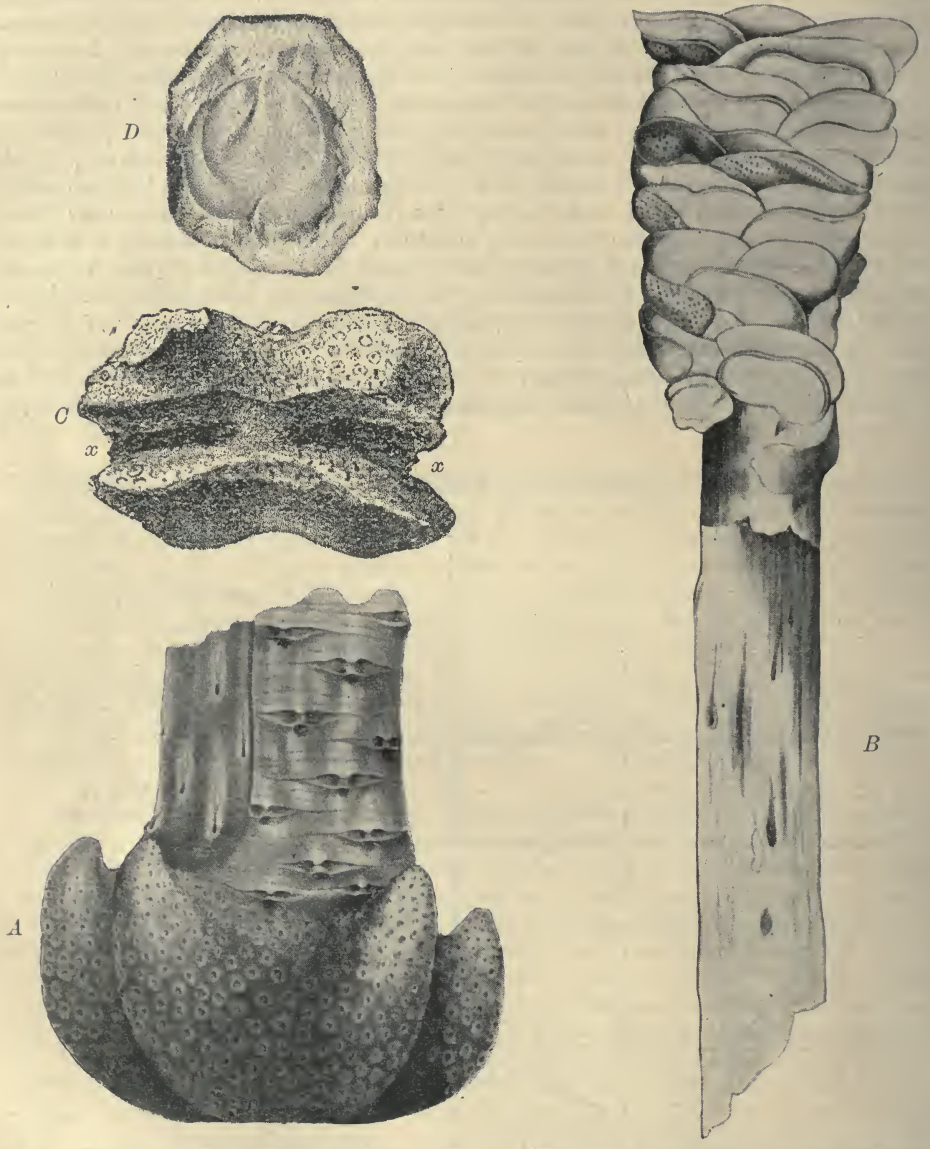


Fig. 453. *Pleuromoia Sternbergii* aus dem Bernburger oberen Buntsandstein. *A* Stammknolle mit Wurzelnarben und einem Stück des oberirdischen Stammteiles, der rechts die epidermale Oberfläche mit Blattnarben, links die subepidermale Skulptur zeigt. *B* Stammrest mit dem unteren Teile der endständigen Blüte. *C* Stammknolle von unten gesehen (*x*, vergl. im Text). *D* Ein Sporophyll. (*A* und *B* in $^2/_3$ d. nat. Gr. nach Bischof; *C* und *D* in nat. Gr.; *C* aus Potonié's Lehrb. d. Pfl. pal., *D* Original.)

Vegetationsorgane. Der Stamm und das unterirdische Organ ist seit langem unter dem Namen *Pleuromoia* Corda und Spieker 1853*) bekannt. Die Fig. 453 giebt eine Anschauung. Der knollenförmige Basalteil des Petrefactes ist sehr *Stigmaria*-ähnlich, nicht nur hinsichtlich der Gliederung desselben, sondern auch durch die seine Oberfläche gleichmäßig bedeckenden *Stigmaria*-Narben, denen Appendices angesessen haben. Auch die Zone unmittelbar über dem Knollen trägt *Stigmaria*-Narben, und zwar bemerkenswerterweise in deutlichen und entfernten Längszeilen, so dass die Anhänge dieser Narben durchaus in gleicher Weise angesessen haben, wie Nebenwurzeln an ihrer Hauptwurzel. Von unten gesehen zeigt sich der Knollen, Fig. 453 *C*, durch eine tiefe Einbuchtung $x—x$ in zwei Teile zerfallend, die aber in der Mitte durch einen die Einbuchtung quer durchschneidenden Wall miteinander verbunden sind. Wir haben also wie bei den Carbonstigmarien auch hier zunächst eine Zweiteilung der Stammbasis, und jeder dieser Teile ist, wie unsere Figur deutlich macht, zweilappig, so dass auch *Pleuromoia* durch schnelle Aufeinanderfolge der ersten und der beiden folgenden Gabeln eine im ganzen vierlappige Stammbasis aufweist. Durch die Furche $x—x$ ist die Ähnlichkeit mit dem zweilappigen (zuweilen mehrlappigen) *Isoëtes*-Stämmchen sehr groß, dessen Wurzeln übrigens ebenfalls *Stigmaria*-Narben hinterlassen.

Fig. 454. *Sigillaria oculina*, bei *a* und *b* 2 Blattnarben etwas vergr. (Nach Weiss.)

Wo die Skulptur der Stengeloberfläche noch zu erkennen ist, zeigt sie sich im wesentlichen von dem Typus der Subsigillarien, d. h. wir erblicken eine clathrarisch-leioderme epidermale Oberfläche mit breitgezogenen Blattnarben, deren Parichnos**)-Närbchen besonders groß sind, viel größer als bei irgend einer echten Sigillarie. Ebenso auffallende große Seitennärbchen in den Blattnarben zeigt die *Sigillaria oculina* Blankenhorn's (Fig. 454), die man daher und wegen ihres Vorkommens ebenfalls im Buntsandstein (von Commern) zu den Pleuromoiaceen stellen wird; vielleicht handelt es sich gar um ein und dieselbe Art wie im Bernburger Buntsandstein. Da an den dickeren Resten, die noch die Oberflächenskulptur unmittelbar über der knollenförmigen Basis zeigen, die Blattnarben ganz besonders in die Breite gezogen erscheinen, ohne dass die Höhe der Narben entsprechend zugenommen hätte (vergl. die Figur in Bischof: Beitrag zur Kenntnis der *Pleuromoia*. Mägdesprung 1855), dürfte *Pleuromoia* doch wohl ein nachträgliges Dickenwachstum (vielleicht nur durch Zellteilungen in der Rinde) besessen haben. Nach den Untersuchungen von Solms scheinen die Stämme ein schwaches Centralbündel besessen zu haben, von dem bogig ansteigend die Blattspuren ausgingen.

Der Erhaltungszustand, wie er meist vorliegt, ist der von Steinkernen mit subepidermaler Oberfläche; diese zeigen dann ellipsenförmige Male, von denen nach oben

*) Nach Stiehler 1861 S. 50 wäre *Pleuromoia* ein Druckfehler, es müsse *Pleuromeia* (von πλευρὰ = Rippe und μεῖον = kleiner) heißen; H. B. Geinitz 1866 hält *Pleuromega* für die richtige Schreibweise, 1869 S. 187 schreibt er aber *Pleuromeja*, was dann wieder ein Druckfehler wäre. Bei dieser Confusion, und da Corda und Spieker keine Etymologie für ihren Namen angeben, ist es wohl am besten, bei der ursprünglichen Schreibweise zu bleiben.

**) Ob es sich hier wirklich um Parichnos handelt, wissen wir nicht; bei der Analogie der Närbchen mit denen der Sigillarien und Lepidodendraceen ist es aber wahrscheinlich.

hin je eine lange, allmählich auslaufende linienf. Furche ausgeht, oder es strahlen von dem Mal nach aufwärts mehrere solcher Furchen aus, von denen die seitlichen stärker markiert sind als die von ihnen eingeschlossenen. Wie diese subepidermale Skulptur, wie sie weder bei den Lepidodendraceen, noch Bothrodendraceen, noch Sigillariaceen vorkommt, anatomisch zu denken ist, ist unbekannt; jedem Male entspricht auf der Epidermis eine Blattnarbe.

Verzweigungen des Stengels sind nicht gefunden, die Pflanzen scheinen überhaupt ganz unverzweigt gewesen zu sein wie die von Goldenberg beschriebenen zuckerhutförmigen Syringodendren (Taf.-Fig. 389 p. 718); das längste mir bekannte *Pleuromoia*-Exemplar ist etwas über 1 m lang.

Blütenverhältnisse. Die Blüten (Fig. 453 *B*) zeigen sehr dicke Achsen, denen nierenförmige Sporophylle (Fig. 453 *D*) dichtgedrängt ansitzen. Näheres lässt sich nicht sicher sagen. Diese Achsen scheinen die direkte Fortsetzung des von der unterirdischen Stammknolle ausgehenden Stengels zu sein. Solms giebt an, dass die Sporangien der Unterreihe des Sporophylls ansitzen.

Verbreitung. Im oberen Buntsandstein der Bernburger Gegend nicht selten und wohl auch an anderen Buntsandsteinlokalitäten (wie Commern in der nördlichen Rheinprovinz).

Verwandtschaftliche Beziehungen. Über die verwandtschaftlichen Beziehungen der gesamten Lycopodiales also incl. der Pleuromoiaceen ist bei den Sigillariaceen S. 752—753 das Nötige gesagt.

Einteilung der Familie. Wie wir sehen, dürften die bisher gefundenen Reste der Pleuromoiaceen alle zu ein und derselben Art (*Pleuromoia Sternbergii* (Münster) Corda) gehören; sie wurde ursprünglich als *Sigillaria Sternbergii* Münster 1842 beschrieben. Synonyme sind *Sagenaria Bischofii* Göpp. (in Römer 1854, vergl. H. Potonié, Silur und Culmflora des Harzes und des Magdeburgischen 1891) und vielleicht auch *Sigillaria oculina*, Blankenhorn 1886, die jedenfalls zu *Pleuromoia* zu stellen ist und vor der Hand am besten als *Pl. oculina* bezeichnet wird.

Isoëtaceae (der Jetztwelt)

von

R. Sadebeck.

Wichtigste Litteratur: H. v. Mohl, Über den Bau des Stammes von *Isoëtes lacustris*. (Vermischte Schriften bot. Inh., Tübingen 1845). — W. Hofmeister, Beiträge zur Kenntnis der Gefäßkryptogamen (Abh. d. math.-phys. Cl. d. K. Sächs. Ges. d. Wiss. Leipzig 1852). — A. Braun, Zwei deutsche Isoëtes-Arten nebst Winken zur Aufsuchung derselben. (Verh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, Berlin 1861). — Derselbe, Über die Isoëtes-Arten der Insel Sardinien. (Monatsberichte d. Akad. d. Wiss. z. Berlin 1863). — Derselbe, Über die australischen Arten der Gattung Isoëtes. (Monatsb. d. Ak. d. Wiss. z. Berlin 1868). — Milde, Filices Europae et Atlantidis. Leipzig 1867. — Millardet, Le prothallium mâle des crypt. vasc. Straßburg 1869. — Tschistiakoff, Über die Sporenentwickelung v. Isoëtes. (Nuovo Giornale Botanico Ital. 1873). — Bruchmann, Über Anlage und Wachstum der Wurzeln von Lycopodium und Isoëtes. (Jenaer Zeitschrift f. Naturw. 1874). — De Bary, Vergl. Anatomie. Leipzig 1878. — K. Goebel, Über Sprossbildung auf Isoëtesblättern. (Bot. Ztg. 1879). — Sadebeck, Die Gefäßkryptogamen, in Schenk's Handbuch der Botanik. Breslau 1880. — J. G. Baker, A Synopsis of the species of Isoëtes. (Journ. of Bot. IX. 1880). — Goebel, Beiträge zur vergl. Entwickelungsgesch. d. Sporangien (Bot. Ztg. 1880 u. 1881). — Kienitz-Gerloff, Über Wachstum u. Zellteilung und die Entwickelung des Embryos von

Isoëtes. (Bot. Ztg. 1881). — E. Mer, De l'influence des saisons sur la végétation et la reproduction de *l'Isoëtes lacustris.* (Bull. de la Soc. Bot. d. France, XXVIII. 1881). — Derselbe, Du développement des sporanges et des spores dans l'Isoëtes lacustris. (Bull. de la Soc. Bot. d. France, XXVIII. 1881). — E. Janczewski, Vergl. Unters. über d. Siebröhren. Krakau 1881. — L. Motelay et Vendryès, Monographie des Isoëteae. (Act. Soc. Linn. Bord. VI. 1882). — G. Engelmann, The Genus Isoëtes in North America. (Transact. S. Louis Acad. of Sc. IV. 1882). — Wl. Belajeff, Antheridien und Spermatozoiden der heterosporen Lycopodinen (Bot. Ztg. 1886). — H. Potonié, Aus der Anatomie lebender Pteridophyten. (S. A. an d. Abh. z. geolog. Spezialk. v. Preußen und d. Thüring. Staat. VII. Berlin 1887). — J. B. Farmer, Morphology of *Isoëtes lacustris.* (Ann. of Bot., 1889). — Derselbe, On *Isoëtes lacustris.* (Proc. R. Soc. London 1889 u. Ann. of Bot. 1890). — O. Kruch, Istologia ed istogenia del fascio conduttore delle foglia di Isoëtes. (Malpigh. IV. 1890). — D. H. Campbell, Die ersten Keimungsstadien v. *Isoëtes echinospora* Dur. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. VIII. Berlin 1890). — Derselbe, Contributions of the life-history of Isoëtes. (Ann. of Bot. V. 1891). — L. Motelay, *Isoëtes Brochoni* n. sp. (B. S. L. Bordeaux XLV. m. 1 Taf. 1893). — R. Pirotta, Sopra duo forme dell' *Isoëtes echinospora.* (B. S. B. Ital. 1893, p. 11—12. Adunanza d. Sede di Roma d. 1. XII. 1892). — O. F. Bower, Studies in the morphology of spore producing members. Equisetinae and Lycopodinae. (Phil. Tr. R. Soc. London, vol. 185, p. 473—572) 1894. — F. Hy, Notes sur les Isoëtes amphibies de la France centrale. (J. de B. VIII, p. 92—98. 1894). — Derselbe, *Isoëtes tenuissima* Bor. et *I. Viollaei* F. Hy (Serinia florae selectae, Bull. XIII. St. Quentin 1894). — P. Ascherson, *Isoëtes echinospora* Dur. in Pommern. (Allgem. Bot. Zeitschr. f. System etc. I. 1895). — A. Le Grand, *L'Isoëtes adspersa* Br. doit-il être rayé de la flore de France? (B. S. B. France, XLII. 1895). — Derselbe, Recherches sur les Isoëtes du centre de la France (Ibid. 1895). — O. Lignier, Sur une assise plissée sous-ligulaire chez les Isoëtes. (B. S. L. Normandie, sér. IV, vol. IX, Fasc. 1; 1895). — H. Marcailhou d'Aymeric, Subularia aquatica et Isoëtes dans l'Ariège. (B. S. B. France, XLII. 1895). — A. Le Grand, Notes sur les Isoëtes du centre de la France, la classification de la section des Amphibies et sur les herborisations de 1895 en Berry. (Mém. Soc. hist. du Cher. Bourges 1896). — T. Chr. Palmer, Notes on *Isoëtes riparia* and *I. saccharata.* (Bot. Gaz. XXII. 1896). — H. Schinz, Über das Vorkommen der Gattung Isoëtes in der Schweiz (Bull. Herb. Boiss. IV. 1896). — L. F. Henderson, A new Isoëtes (*J. Underwoodi* n. sp.) from Idaho (Bot. Gaz. XXIII. 1897). — R. A. Dodge, A new Quillwort, *Isoëtes Eatoni.* (Bot. Gaz. XXIII. 1897). — D. H. Scott and T. G. Hill, The Structure of *Isoëtes hystrix* Ann. of Bot. XIV. 1900). — W. O. Smith, Structure and development of the sporophylls and sporangia of Isoëtes (Bot. Gazette, XXIX. 1900). — H. Fitting, Bau und Entwickelungsgeschichte der Makrosporen von Isoëtes und Selaginella und ihre Bedeutung für die Kenntnis des Wachstums pflanzlicher Zellmembranen (Bot. Ztg. 1900). — A. A. Eaton, The genus Isoëtes in New-England. (Fernwort Papers, New York Linnaean Fern Chapter II. Binghampton 1900). — Derselbe, A new variety of Isoëtes (Fern Bull. VIII.).

Merkmale. — Ausdauernde Gewächse, deren Vegetation — außer bei den zwei auf trockenen Standorten wachsenden Arten des Mittelmeergebietes — nie ganz unterbrochen wird. Stamm knollenartig gestutzt und ganz oder großenteils unterirdisch, nur selten verzweigt, von einer dichten Blattrosette umgeben; er wird der Länge nach von 2 oder 3, unten sich vereinigenden Furchen durchzogen, aus welchen die Wurzeln hervortreten, und erhält somit eine 2- oder 3-lappige Form. Der Scheitel des Stammes wohl meist ohne Scheitelzelle, mit geschichtetem Bau, oft flach oder sogar schüsselartig vertieft; Stamm mit secundärem Dickenwachstum, welches aus einem an der inneren Grenze der Rinde gelegenen und dieser allein angehörigen Meristemringe (Cambiumringe) hervorgeht. Letzterer nach außen das Speichersystem (secundäre Rinde), nach innen das Leptom erzeugend. (Bei *I. hystrix* zwei concentrische Cambiumringe). Ein stammeigener Strang (Stele), zahlreiche Blattspurstränge abgebend, welche anfangs fast horizontal verlaufen, später aber sich aufwärts wenden und einzeln in jedes Blatt sich fortsetzen.

Blätter pfriemenförmig, in einer dichten Rosette den Stamm umgebend, Laubblätter stets den innersten Cyklus, Sporophylle die äußeren Cyklen einnehmend. Blätter ohne Scheitelzelle, mit einer Ligula (Zunge), welche an ihrem basalen Teile zu einem wulstigen Gewebekörper, dem sog. Zungenfuß (Glossopodium), anschwillt.

An den Sporophyllen auf der inneren Seite des Blattes unterhalb der Ligula eine tiefe Grube, die Sporangiumgrube (fovea), in welcher die Sporangien zur Reife gelangen. Der Rand der Grube bei mehreren Arten zu einer dünnen Haut, dem Indusium, auch Segel (velum) genannt, auswachsend, welches aber bei einigen Arten fehlt. Oberhalb der Fovea, durch den Sattel (sella) getrennt, die kleine Ligulargrube, aus welcher wie aus einem Munde die durch die Weichheit ihres Gewebes ausgezeichnete Ligula hervortritt; der untere Rand dieses Grübchens eine aufwärts anliegende Lippe (labium) bildend. Zu beiden Seiten der Fovea und der Ligulargrube der Hof (area), welcher das durch die beiden Gruben besetzte Mittelfeld der Vagina selbst umschließt, und der Flügelrand, welcher den Saum der Vagina bildet. Über dem Rande des Hofes vier, das Blatt der ganzen Länge nach durchziehende, aber durch horizontale Scheidewände, Diaphragmen, unterbrochene Lufthöhlen (lacunae). In dem Centrum des Blattes ein fast genau median verlaufendes Mestombündel, von welchem 4 senkrechte, die 4 Reihen der Lufthöhlen trennende Scheidewände ausgehen (Über den Bau des Mestombündels vergl. man unten). Spaltöffnungen bei Arten jeglicher Lebensweise, bei mehreren Arten aber, welche beständig unter Wasser bleiben, fehlend. Bei vielen Arten, welche Spaltöffnungen entwickeln, hypodermale Sklereïdenbündel.

Die Blattrosette aus drei, von außen nach innen folgendermaßen angeordneten Blattcyklen bestehend: 1) Sporophylle mit Makrosporangien, den ersten Teil der Jahresgeneration bildend, 2) Sporophylle mit Mikrosporangien, den nächst inneren Cyklus der Blattrosette darstellend, 3) Laubblätter, den innersten Cyklus der Blattrosette bildend und den Übergang von einer Jahresgeneration zur anderen vermittelnd.

Die Stele nach unten zu dreikantig infolge des Abganges der Wurzelbündel, welche akropetal in Reihen, entsprechend den Furchen entwickelt werden. Die Wurzeln also am Stamme in akropetaler Reihenfolge unterhalb des Scheitels auftretend, mit dem zunehmenden Dickenwachstum des Stammes aber nach den Seitenwänden der Furchen und den durch dieselben gebildeten Lappen geschoben, um einer nachfolgenden Generation Platz zu machen. Wachstum der Wurzeln ohne Scheitelzelle (über den anatomischen Bau vergl. man unten); die Verzweigung derselben auf echter Gabelung beruhend.

In der Fovea eines jedes Sporophylls je ein mit einem sehr kurzen Stiel versehenes Sporangium, welches durch dünne Platten (trabeculae) unvollkommen gefächert wird; letztere quer durch das Sporangium sich hindurchziehend und vielfache luftführende Intercellularräume enthaltend. Archespor meist nur aus einer unterhalb der Ligula gelegenen, hypodermalen Zellschicht bestehend. (Bei *Isoëtes Durieï* wird das Archespor nicht vielzellig und einschichtig, sondern teilt sich schon durch Periklinen, wenn es nur 2—3 Zellen lang und ebenso breit ist.) Das Archespor zu einem mächtigen Gewebekörper sich entwickelnd, der sich erst ziemlich spät in die Sporenmutterzellen, die Trabeculae und die Tapetenzellen differenziert.

Makro- und Mikrosporen aus den Sporenmutterzellen (durch Vierteilung) in gesonderten Sporangien, den Makro- und Mikrosporangien, entstehend und bei der Reife durch Verwesung des Sporangiums frei werdend.

Mikrosporen, bei der Teilung der Sporenmutterzelle aus Kugelquadranten hervorgehend, mit deutlicher Rücken- und Bauchseite, also dorsiventral gebaut. Bei der Keimung an dem einen Ende der Spore eine kleine linsenförmige Zelle, das rudimentäre Prothallium, entstehend, der übrige Teil der Spore das Antheridium bildend. Spermatozoiden spiralig gewunden, bandartig, mit zahlreichen Cilien an ihrem vorderen Ende.

Makrosporen aus der Sporenmutterzelle als Tetraëder entstehend, später sich mehr oder weniger abrundend. Sporenwand aus vier Hautschichten bestehend: 1) das stark verkieselte, glasig spröde Perispor; 2) das bei den meisten Arten in drei Lamellen gespaltene, dunkelbraun gefärbte Exospor, welches in seinen beiden äußersten Schichten ebenfalls verkieselt ist; 3) das Mesospor, eine sehr dünne

Membran von bräunlicher Farbe, welche sich leicht vom Exospor trennen lässt; 4) das aus Cellulose bestehende Endospor. — Bei der Keimung im Inneren der Makrospore das weibliche Prothallium entstehend, welches die Sporenhülle in der Richtung der Scheitelkanten durchbricht. Hierauf die Anlage des mit dem Prothallium verwachsenen Archegoniums, von welchem nur die Zellen der Mündung frei bleiben.

Über den Embryo vergl. man unten.

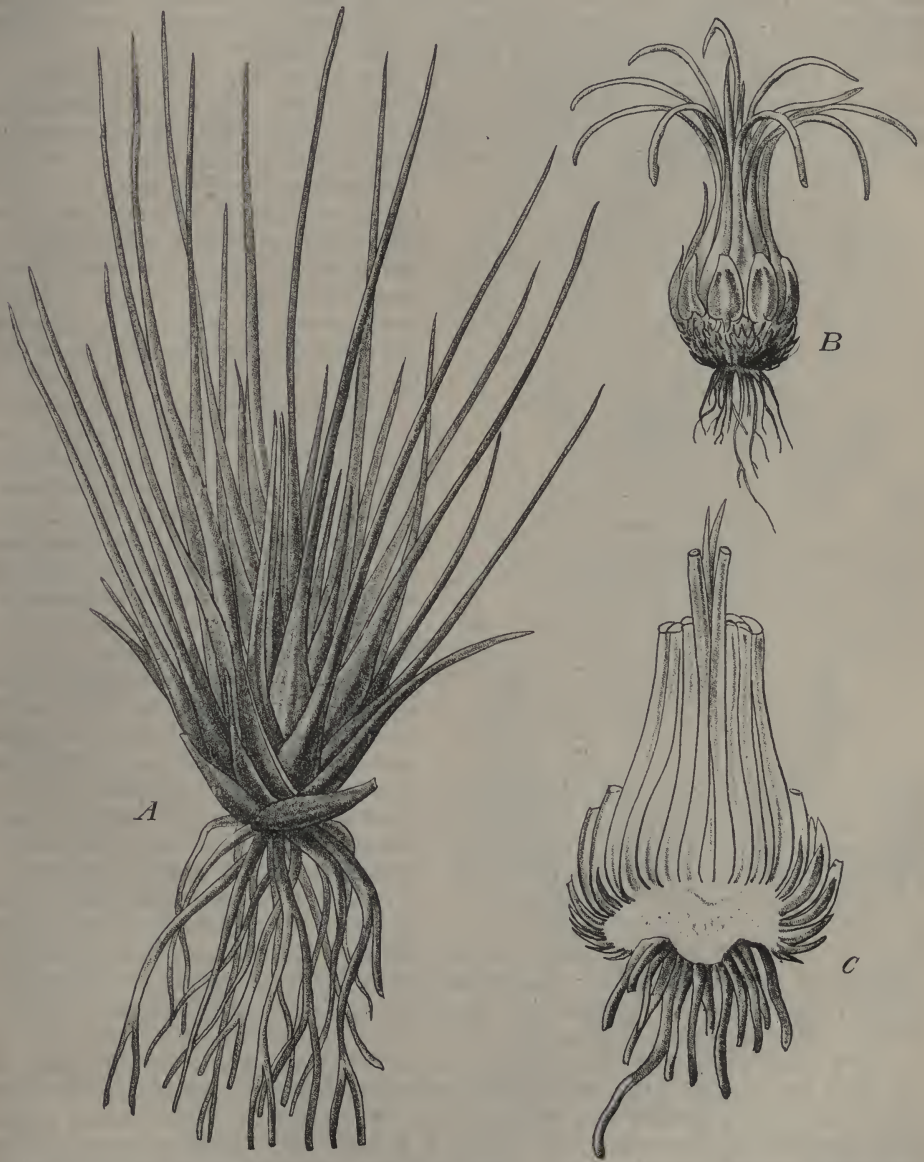


Fig. 455. *A Isoëtes lacustre* L. *B* und *C Isoëtes Durieï* Bary. — *A* und *B* Habitusbild. Nat. Gr. *C* Längsschnitt, etwas vergr.

Vegetationsorgane und deren anatomisches Verhalten. — A. Stamm. Der von einer dichten Blattrosette umgebene Stamm der einzigen hierher gehörigen Gattung *Isoëtes* ist stets knollenartig gestaucht und ganz oder großenteils unterirdisch; er ist der

Länge nach von 2 oder 3 unten sich vereinigenden Furchen durchzogen, aus welchen die Wurzeln hervortreten, und erhält somit eine zwei- oder dreilappige Form, welche mit dem zunehmenden Alter der Pflanze immer deutlicher wird. Eine Verzweigung des Stammes ist im ganzen selten, sie erfolgt in zwei unter einander sehr verschiedenen Formen. Der eine Verzweigungsmodus, der normale, beruht auf echter Dichotomie, ist aber von Graf Solms-Laubach bis jetzt nur an 4 Exemplaren beobachtet worden, der andere Verzweigungsmodus ist häufiger, er ist aber auf adventive Bildungen zurückzuführen, die mit weitgehenden Anomalien des Centralkörpers in unmittelbarer Beziehung stehen, und in höchst unregelmäßiger Weise entwickelt werden.

Die Isoëten sind ausdauernde Gewächse, deren Vegetation, soweit sie im Wasser wachsen, nie ganz unterbrochen wird; *I. lacustre* bleibt auch im Winter vollkommen grün, da die Blätter erst im Frühling des zweiten Jahres allmählich absterben, wenn die Entwickelung der neuen Jahresgeneration bereits im vollen Gange ist. Bei den im Trockenen wachsenden Arten wärmerer Gegenden dorren die Blätter in der heißen Jahreszeit ab, und erst in der Regenzeit des Winters beginnt die Entwickelung einer neuen Blattrosette. Die Laubbl. nehmen stets den innersten Cyklus, die Sporophylle die äußeren Cyklen ein.

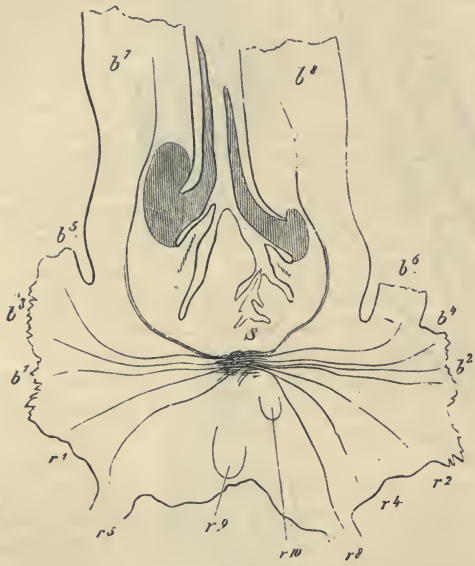


Fig. 456. *Isoëtes lacustre* L., rechtwinkelig zur Stammfurche geführter Längsschnitt einer 10 Monate alten Keimpflanze. 30mal vergr. *s* der Stamm, b^1 bis b^8 Blätter, r^1 bis r^{10} Wurzeln. Unterhalb *S* die von der Stele horizontal abgehenden Blattspurstränge und die nach unten gerichteten Wurzelstränge. Die Ligulae der B. b^7 und b^8 sind schraffiert, bei b^7 erscheint das Glossopodium besonders mächtig. (Nach Hofmeister.)

Der Scheitel des Stammes wölbt sich nicht immer deutlich hervor, sondern ist mitunter flach oder sogar muldenartig vertieft. Bei manchen jungen Exemplaren von *Isoëtes Malinvernianum* fand A. Braun sogar die ganze Oberfläche des scheibenartigen Stammes schüsselartig vertieft, während sie bei anderen Exemplaren ziemlich eben war und nur in der Mitte sich vertiefte.

Der Stammscheitel besitzt einen geschichteten Bau, d. h. wo Antiklinen und Periklinen bis oben hinaufreichen, eine nach unten zugespitzte Scheitelzelle also nicht gebildet wird. (Nach H. D. Scott und T. G. Hill wächst dagegen der Scheitel von *Isoëtes hystrix* anscheinend mit einer Scheitelzelle.)

Ringsum den Scheitel herum erfolgen die successiven Anlagen der Blätter. Da jedoch das Längenwachstum des Stammes nur ein minimales ist, und im Vergleich zu diesem die jungen Blattprotuberanzen ein sehr gefördertes Wachstum erfahren, so gelangt das Stammende sehr bald in eine Vertiefung und wird von den Blättern völlig überdacht (Fig. 456).

Der Stamm besitzt ein sekundäres Dickenwachstum; dasselbe geht aus von einem an der inneren Grenze der Rinde gelegenen und dieser angehörigen Meristem (Cambiumringe), welches nach außen das in den entfernteren Zelllagen mit Stärke dicht angefüllte Speichersystem der Rinde, die sekundäre Rinde, erzeugt, nach innen dagegen das Leptom, aber nur wenig zur Vergrößerung desselben beiträgt. (Bei *Isoëtes hystrix* beobachtet man jedoch nach Scott und Hill einige bemerkenswerte Abweichungen, welche namentlich darin bestehen, dass zwei (concentrische) Cambiumringe gebildet werden. Das Meristem des Stammes geht dabei in den rückwärts gelegenen Teilen ganz unmittelbar in das Cambium über. In einigen Fällen ist

das letztere normal; es liegt auf der inneren Seite der erstgebildeten Elemente des Leptoms und erzeugt sekundäre Tracheïden im Zusammenhange mit dem primären Holz; ein zweites Cambium entsteht hierbei bald nachher weiter auswärts. Bei anderen Exemplaren bildet sich das innere Cambium erst nach dem äußeren. In der Regel produciert das zweite Cambium sekundäres Grundgewebe, Holz und Leptom nach innen und Rindenparenchym nach außen, also im ganzen so, wie es oben geschildert wurde. Sekundäres Holz (typische Tracheïden ohne Zellinhalt) wird stets gebildet, aber der Menge nach sehr verschieden. Differenziertes Leptom bildet in der intracambialen Zone deutliche Bänder, abwechselnd mit dem sekundären Parenchym.)

Das Leptom besteht aus prismatischen oder tafelförmigen Zellen, welche durch die radiale Anordnung, sowie durch den wasserhellen Inhalt auffallen, untereinander in lückenlosem Verbande stehen und in den inneren Teilen der Schicht, wo sie zu Dauerzellen werden, mit zarten Tüpfeln versehen sind. Das von ihnen umgebene Hadrom besteht dagegen aus einem meist sehr lockeren Gewebe sehr kurzer Spiraltracheïden, zwischen welchen zartwandige Parenchymzellen verteilt sind (Fig. 457, *hd*). Mit dem Hadrom des Stammes stehen die Hadromteile der Blätter, mit dem Leptom des Stammes die Leptomteile der Blätter in Verbindung und bilden die Fortsetzungen der entsprechenden Gewebeteile des Stammes.

Die Frage, ob *Isoëtes* einen stamm eigenen Strang besitze, haben Hegelmaier und Bruchmann im bejahenden Sinne beantwortet, in der neueren Zeit aber ist von Scott und Hill (für *Isoëtes hystrix*) nachgewiesen worden, dass die Stele nicht aus den vereinigten Blattspursträngen besteht, sondern als ein Stammgebilde aufzufassen ist, vergleichbar mit demjenigen der einfacheren Lycopodien. Die Stele giebt zahlreiche Blattspurstränge ab, welche anfangs fast horizontal verlaufen, später aber sich aufwärts wenden und einzeln in jedes Blatt sich fortsetzen. Die ganze Stele trägt Blattspurstränge, aber sie sind gewöhnlich nur in dem oberen, cylindrischen Teile zu erkennen, weiter

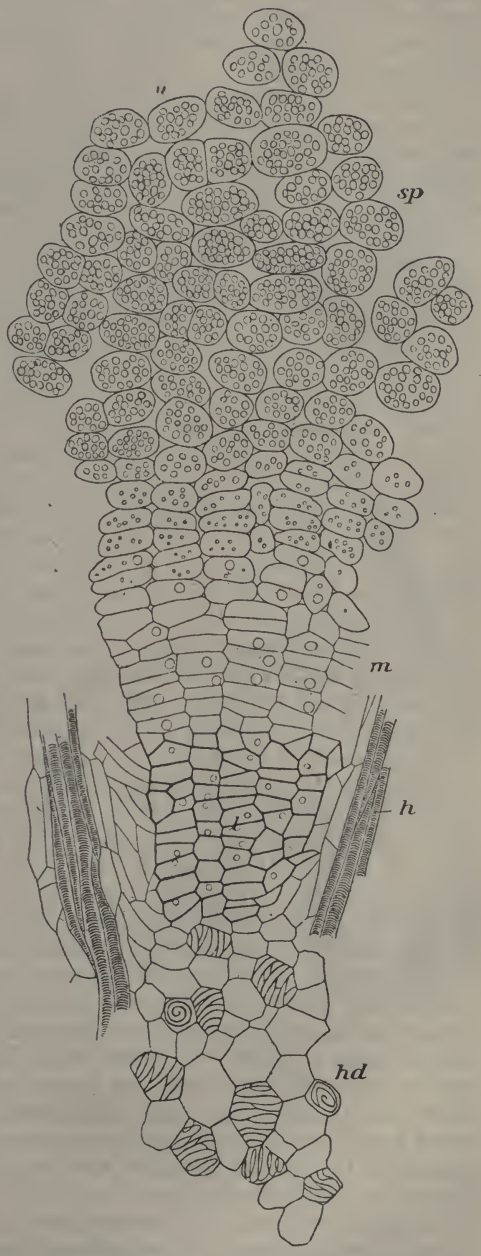


Fig. 457. *Isoëtes lacustre.* Ein Teil des Querschnittes durch den Stamm. *sp* das mit Stärke dicht angefüllte Speichergewebe der Rinde, *m* das Meristem, *l* das Leptom, *h* das Hydrom der aus den Blättern eintretenden Bündel, *hd* das Hadrom des Stammes. (Nach Potonié.)

unten sind dieselben obliteriert, und ihr Zusammenhang ist durch das sekundäre Wachstum unterbrochen. Die Differenzierung des primären Holzes geschieht nahezu überall gleichzeitig, aber zuweilen lässt sich eine centripetale Entwickelung verfolgen.

Nach unten zu wird die oben cylindrische Stele dreikantig infolge des Abganges der Wurzelstränge, welche akropetal in Reihen, entsprechend den Furchen, entwickelt werden. Durch die Thätigkeit des Cambiums und die Hinzufügung neuer Wurzelstränge findet ein nach abwärts gerichtetes Wachstum der Stammbasis statt.

Die Rinde besteht ganz ausschließlich aus parenchymatischem Gewebe, welches besonders in seinen inneren Teilen die radiale und concentrische Anordnung der Meristemschicht beibehält. Dadurch aber, dass der Meristemring fortdauernd — selbstverständlich die Zeit der Vegetationsruhe der Pflanze ausgenommen — und in ausgiebigem Maße sekundäres Rindenparenchym produciert, wird das ältere Rindenparenchym mehr und mehr nach der Peripherie geschoben, wobei es zugleich in der Richtung der Furchen auseinanderweicht. Während so von innen her der Umfang des knolligen Stammes wächst, und die Lappen derselben mehr und mehr hervortreten, findet umgekehrt von außen her ein Prozess des Absterbens und der Abstoßung der toten Massen statt. Doch folgt dem Absterben die Abschuppung nicht immer sofort, sondern es häufen sich die Abschuppungsmassen mehrerer Wachstumsperioden, ehe es zur Abwerfung derselben kommt, ja bei der Normalform von *I. hystrix* tritt diese Abwerfung so spät ein, dass man selbst an sehr alten, fast die Größe eines Hühnereies erreichenden Exemplaren die Lappen, obgleich innerlich weit herein schwarz und abgestorben, doch äußerlich noch völlig unverletzt findet. Bei solchen Exemplaren ist die Oberfläche des Stammes, mit Ausnahme der Basis und der Furchen, über und über mit den dieser Art eigentümlichen, stachelartigen Blattresten, den Blattfüßen, bewaffnet, während bei frühzeitig eintretender Abschuppung, wie sie bei anderen Formen von *I. hystrix* stattfindet, die Blattfüße nur in der nächsten Umgebung der vegetierenden Blattrosette sich zeigen.

Die Analogie der das sekundäre Dickenwachstum bewirkenden Meristemschicht mit dem Verdickungsringe der *Dracaenen* ist offenbar vorhanden und auch schon mehrfach hervorgehoben worden. Auch bei der fossilen Gattung *Lepidodendron*, welche mit *Selaginella* nahe verwandt ist, hat ein ähnliches, aber noch viel ausgiebigeres Dickenwachstum des St. stattgefunden, und wir haben oben gesehen, dass ein solches auch in der Classe der Filicales eintritt.

B. Blätter. (Sporophylle und Laubblätter). — Das ausgebildete Sporophyll besteht im wesentlichen aus 2 Teilen, einem unteren schuppenartig ausgebreiteten, welcher der Vagina entspricht, und einem oberen pfriemenförmigen Teile, welcher als eine schmale Lamina zu betrachten ist. Die Vagina besitzt eine dreieckig-eiförmige Gestalt; sie hat ihre größte Breite an der Basis, umfasst jedoch die Stengelebene, aus der sie sich erhebt, nie vollständig. Die Scheiden der äußeren Sporophylle decken mehr oder weniger fest anliegend die der folgenden, wodurch eine Art Zwiebel am Grunde des Blätterbüschels gebildet wird, welche bei *I. setaceum*, *hystrix* und *velatum* var. *longissimum* ziemlich dicht geschlossen erscheint, weniger dicht dagegen und zum Teil etwas geöffnet bei *I. lacustre*, *echinosporum* und *velatum*. Der Rücken der Scheide ist mehr oder weniger stark gewölbt, die innere Fläche dagegen ist etwas concav und enthält eine länglich-runde Grube (fovea) zur Aufnahme des sie genau ausfüllenden Sporangiums, daher auch als »Sporangiumgrube« bezeichnet (Fig. 458). Sie nimmt ungefähr den dritten Teil der Scheide ein, und ihr unteres Ende erreicht ganz oder nahezu die Basis derselben. Je nach den einzelnen Arten verlängert sich der Rand der Grube mehr oder weniger zu einer dünnen Haut, dem Indusium oder Segel (velum), welches das Sporangium bedeckt, bei einigen Arten (*I. setaceum*, *aspersum*, *japonicum*, *coromandelianum*, *brachyglossum*, *Gardnerianum*, *tripus*) nur durch scharfe Ränder der Grube angedeutet ist, bei einigen anderen aber gänzlich fehlt.

Oberhalb der Fovea, durch den Sattel (sella) getrennt, liegt die kleine Ligulargrube, aus welcher wie aus einem Munde die durch die Weichheit ihres Gewebes

ausgezeichnete Ligula hervortritt (Fig. 458). Der untere Rand dieses Grübchens stellt deutlich eine aufwärts anliegende Lippe (labium) dar, während der obere Rand, in allmählicher Wölbung aufsteigend, sich ohne Schärfe in die Blattfläche verliert. Das Gewebe der Ligula besteht aus zartwandigen Zellen, welche weder Chlorophyll noch Stärke enthalten und untereinander in lückenlosem Verbande stehen, während das umgebende Blattparenchym aus stärkehaltigen Zellen gebildet und von luftführenden Intercellulargängen durchzogen wird. Ober- und unterhalb des Zungenfußes (Glossopodium) (Fig. 458), welcher den Basalteil der Ligula darstellt, finden sich in dem Gewebe des Blattes zahlreiche kurze, tonnenförmige Spiraltracheïden, so dass das lockere Gewebe des Zungenfußes von dem des Blattes sich deutlich abhebt.

Zu beiden Seiten der Fovea und der Ligulargrube lassen sich noch zwei Regionen des Blattes unterscheiden, der Hof (area), welcher das durch die beiden Gruben besetzte Mittelfeld der Vagina selbst umschließt, und der Flügelrand, welcher den Saum der Vagina bildet. Der Hof entsteht durch eine schwammige Auflockerung des Parenchyms, welches große Luftlücken enthält und daher auch eine weißliche Farbe hat, wenn nicht die Färbung der Zellwände der Oberhaut eine dunklere bräunliche Färbung bedingt (z. B. bei *Isoëtes aspersum*). Der Flügelrand der Vagina ist stets dünnhäutig, aus einer doppelten Lage plattgedrückter Zellen gebildet, durchsichtig und fast farblos, bei manchen Arten bräunt er sich allmählich (schwächer bei *I. echinosporum*, stärker bei *I. lacustre*, am stärksten bei *I. Lechleri* nebst var. *I. Karstenii*), und erstreckt sich mehr oder weniger weit über den eigentlichen Scheidenteil des Blattes heraus. Bei den meisten Arten übertrifft der auf diese Weise berandete Teil des Blattes den eigentlichen Scheidenteil um das 3- bis 4-fache an Länge, welches Verhältnis jedoch bei einer und derselben Art ziemlichen Schwankungen unterworfen ist. Nach dem Ableben der Blätter persistieren allein die basalen Teile, in welchen bei einigen Arten bereits während der Entwickelung des Blattes sklerotische Verdickungen stattfinden (Blattfüße).

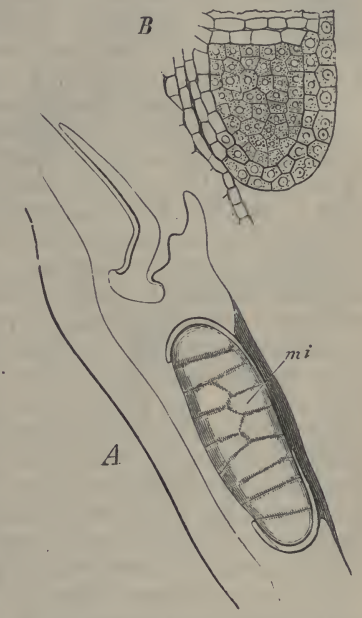


Fig. 458. *Isoëtes lacustre* L. *A* Längsschnitt des basalen Teiles eines Sporophylls mit seinem (etwa halbreifen) Mikrosporangium *mi*. Das von dem Indusium bedeckte Sporangium liegt in der Fovea, oberhalb derselben, durch den Sattel getrennt, die Ligulargrube mit der Ligula, deren Glossopodium in den unteren Teil der Ligulargrube eingesenkt ist. Das beide Gruben trennende Gewebe bildet sich oben zu der Lippe aus. (20). *B* Längsschnitt des unteren Teiles eines jungen Sporangiums (300). (Nach Hofmeister.)

Der anatomische Bau des Blattes. — Der Bau des Blattes ist ein in denHauptzügen bei allen Arten übereinstimmender; dicht über dem oberen Rande des Hofes, der die Grenze der Blattscheide bildet, beginnen 4 Lufthöhlen (lacunae), welche das Blatt von da an der ganzen Länge nach durchziehen, aber durch horizontale Scheidewände, Diaphragmen, unterbrochen werden, welche nur wenige, mitunter sogar nur 1—2 Zelllagen dick sind, aber besonders bei den im Wasser wachsenden Arten bei durchfallendem Licht leicht als dunkele Querlinien wahrnehmbar, zuweilen selbst durch je eine schwache Einschnürung auf der Außenseite des Blattes (*I. Lechleri*) angedeutet sind. Die Geräumigkeit dieser Lufthöhlen ist bei den im Wasser lebenden und den meisten amphibischen Arten relativ bedeutend, am geringsten bei den Land-Isoëten. In dem oberen Teile des Blattes nehmen sie aber stets ab und verschwinden oft schon in einiger Entfernung von der Spitze.

Das Blatt wird der ganzen Länge nach von einem Mestombündel durchzogen, welches oberhalb der Ligulargrube fast genau median verläuft und mit dem dasselbe umhüllenden Blattparenchym die centrale Achse des Blattes bildet, von welcher

4 senkrechte Scheidewände ausgehen, welche aus 3—6 Lagen mehr oder weniger parenchymatischer Zellen bestehen und die 4 Reihen der Lufthöhlen trennen.

Die Bündel des Blattes sind collateral gebaut; aber die einzelnen Teile des Bündels sind keineswegs bei allen Arten übereinstimmend ausgebildet. Bei einigen Arten, z. B. bei *I. lacustre* u. a., ist das Hydrom nur wenig entwickelt und besteht seiner Hauptmasse nach aus mehr oder weniger engen Parenchymzellen, zwischen welchen nur einige wenige Ring-, Spiral- und Netztracheïden zur Entwickelung gelangen. Auch das Leptom dieser Arten enthält keine deutlichen Siebröhren, sondern prismatische, zartwandige und längliche Zellen, welche nach der Peripherie hin von dickwandigen Zellen (nach Russow wahrscheinlich den Erstlingen des Siebteiles) umgeben werden; bei den landbewohnenden Arten werden diese Elemente zu derben Faserzellen. Im Hydrom beobachtet man sehr eigenartige lysigene Gänge.

Genauer untersucht wurden noch durch O. Kruch die Blätter von *I. Malinvernianum*, *I. velatum*, *I. hystrix*, *I. Durieï*, deren collaterales und normal orientiertes, das Blatt durchziehendes Mestombündel einen im wesentlichen übereinstimmenden Bau besitzt, aber von den oben beschriebenen Bündeln des *Isoëtes lacustre* u. s. w. sehr erheblich abweicht. Kruch fand das Hadrom und namentlich das Leptom ziemlich ausgebildet. Das letztere besteht aus Siebröhren, welchen jedoch Geleitzellen fehlen, und Parenchym- und Cambiformelementen (Fig. 459, *C*). Bei *I. Durieï*, *I. hystrix* und *I. velatum* stehen die Siebelemente oberhalb des Glossopodiums bis gegen die Spitze hin in zwei seitlichen Gruppen, die durch mehrere Schichten von Cambiformzellen getrennt werden. In jüngeren Blättern von *I. Malinvernianum* dagegen sind die beiden seitlichen Siebröhrenstränge durch einen dritten, die Cambiformzellen durchziehenden Strang unter einander vereinigt. Im unteren Teile des Blattes aber, d. h. von der Basis bis zum Glossopodium, sind die Siebröhren sämtlicher 4 Arten zu einem einzigen Strange vereinigt. — Das Hadrom der Lamina besteht aus Ringgefäßen und Ring- und Spiraltracheïden, nebst Holzparenchym. Die Verdickungen der Tracheïden sind dagegen korkartiger Natur, und die Wände derselben sind innen von einem homogenen continuierlichen Häutchen überzogen, welches Suberinreaction zeigt. — Die Zellen der Endodermis sind nicht verdickt, erscheinen aber im Querschnitt gewellt. — Die ersten im Procambiumstrange sich differenzierenden Elemente sind Siebröhren, auf diese folgt die centrale Tracheïde, aus welcher im ausgebildeten Blatte der mediane Canal in lysigener Weise entsteht, ein Intercellularraum, welcher (nach Strasburger) Wasser führt. Ähnliche, aber meist etwas kleinere Intercellularräume findet man außerdem noch im Hadrom oder außerhalb desselben. — Die ersten differenzierten Siebröhren befinden sich auf der Ventralseite des Blattes am Rande des procambialen Bündels. Die weiteren Siebelemente gelangen seitlich von den ersteren zur Ausbildung und rücken gegen die Dorsalseite des Blattes vor. Aber es ist bemerkenswert, dass bei *I. hystrix*, *I. Durieï* und *I. velatum* mit der fortschreitenden Blattentwickelung die Siebröhren in der Mitte des Leptoms verschwinden und durch Cambiformzellen und Grundgewebeparenchym verdrängt werden.

Eine sehr merkwürdige Verschiedenheit, welche in dem Bau der Blätter hervortritt, betrifft die Spaltöffnungen, deren Vorhandensein oder Fehlen mit der Lebensweise der einzelnen Arten nicht gleichen Schritt hält. Unsere deutschen, stets unter Wasser lebenden Arten, *I. lacustre* und *I. echinosporum*, und mehrere ausländische, deren Wachstum an ähnliche Bedingungen geknüpft ist, besitzen keine Spaltöffnungen. Alle übrigen europäischen, sowie die Mehrzahl der bekannten fremdländischen Arten, unter welchen sich außer Landbewohnern und solchen mit amphibischer Lebensweise auch mehrere befinden, welche unter Wasser bleiben (*I. Malinvernianum*, *Boryanum*, *tenuissimum*, *Perralderianum*) sind ebenso beständig mit Spaltöffnungen versehen. Die Spaltöffnungen werden stets längs der 4 Lufthöhlen (Lacunen), niemals längs der Scheidewände ausgebildet; ihre Schließzellen nehmen zusammen etwa den Raum je einer Epidermiszelle ein und sind noch reichlicher als diese mit Chlorophyll versehen. Die Spalte selbst wird von einem Vorhof überwölbt, der dieselbe an Länge und Breite etwas

Fig. 459. *A* Querschnitt durch das Blatt von *Isoëtes lacustre* L. *m* Mestombündel, *i* Lacunen, *I* Blattparenchym. — *B* Querschnitt durch das Mestombündel von *Isoëtes lacustre* L. in der Mitte der Blattspreite. *x* Hadrom, *e* die Endodermis, *p* das Leptom, *i* die Lacunen. — *C* Querschnitt durch das Mestombündel von *Isoëtes hystrix* Dur. *tc* Siebröhren, *cm* das Cambiform, *tr* Tracheïden, *cx* und *c* wasserführende Gänge (480). (*A* und *B* nach Potonié; *C* nach Kruch.)

übertrifft und von zwei plattenartigen Vorsprüngen der Zellhaut gebildet wird, welche zwischen sich eine längere, aber nur wenig geöffnete Spalte lassen; so besonders bei den Land-*Isoëten* mit dicken Cuticularschichten, bei welchen die Spaltöffnungen direkt in die großen Lufthöhlen der Blätter führen, eine unter dem Vorhof liegende Atemhöhle aber fehlt. Bei vielen Arten, welche Spaltöffnungen ausbilden, finden sich dicht unter der Epidermis Sklereïden, welche sich zu Bündeln vereinigen und nach oben bis in die Spitze des Blattes verlaufen, aber nach unten die Blattscheide nicht erreichen.

Die Anordnung der Bl. im allgemeinen ergiebt sich aus dem radiären Bau des Stammes und folgt an erwachsenen Pflanzen stets einer Spirale aus der Reihe $^3/_8$, $^5/_{13}$, $^8/_{21}$, $^{13}/_{24}$, ...; die einfachere oder compliciertere Anordnung steht zur Zahl der in einer Vegetationsperiode gebildeten Blätter in Beziehung und kann daher bei einer und derselben Pflanze mit zunehmender Kräftigung des Stockes eine Steigerung erfahren. Die Blattrosette besteht aus dreierlei Blättern, welche sich in folgender Weise von außen nach innen anordnen: 1) Sporophylle mit Makrosporangien, welche den ersten Teil der Jahresgeneration bilden, 2) Sporophylle mit Mikrosporangien, welche den zweiten, nächstinneren Cyklus der Blattrosette darstellen, und 3) Laubblätter, welche den Übergang von einer Jahresgeneration zur anderen vermitteln. Die letzteren weichen von den Sporophyllen in der äußeren Form mehr oder weniger ab. Nur gering ist diese Verschiedenheit bei den Arten mit ununterbrochener Vegetation, z. B. bei *Isoëtes lacustre*, wo die Laubblätter nur durch geringere Größe und mangelnde Ausbildung des Sporangiums von den Sporophyllen zu unterscheiden sind. Bedeutend verändert dagegen, in Gestalt und Consistenz, erscheinen die Laubblätter bei den landbewohnenden Arten mit unterbrochener Vegetation, *I. hystrix* und *Durieï*, wo nur der Scheidenteil des Laubblattes zur Ausbildung gelangt, der anfangs zu einer weißen, später glänzend schwarzbraunen Schuppe von karten- oder knorpelartiger Consistenz erhärtet (Blattfuß). In dieser Form dienen die Laubblätter dazu, den Vegetationspunkt und die zu neuer Entfaltung sich vorbereitenden Organe zu schützen.

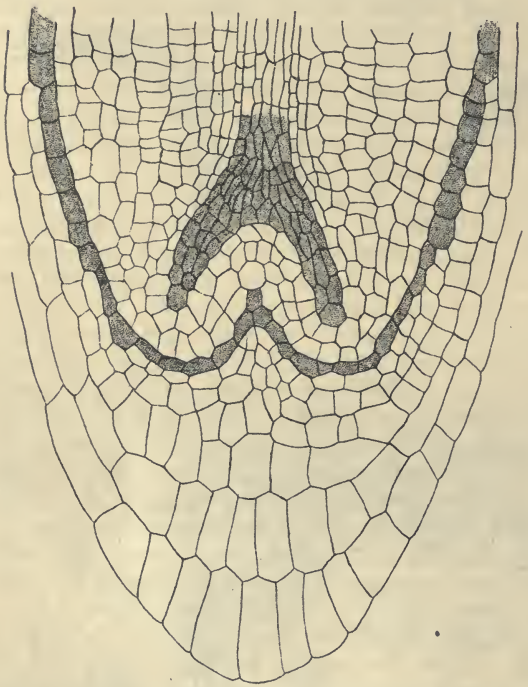


Fig. 460. Verzweigung der Wurzel von *Isoëtes lacustre* L. 220 mal vergr. Die äußere, schattierte Zellenlage ist das Kalyptrodermatogen, die innere, schattierte Zellenlage das in der Dichotomie begriffene Plerom. Die äußersten, nicht schattierten Schichten stellen die Wurzelhaube dar. (Nach Bruchmann.)

Die Wurzeln. — Die Wurzeln werden am Stamme in akropetaler Reihenfolge unterhalb des Scheitels angelegt (man vergl. oben S. 758) und sind zu beiden Seiten der die Unterseite des Stammes durchziehenden Furchen angeordnet (Fig. 456). Die Wurzeln der jüngsten Generation treten dabei nahe der Mittellinie der Furchen hervor, werden aber mit dem zunehmenden Dickenwachstum des Stammes nach den Seitenwänden der Furchen und nach den durch dieselben gebildeten Lappen geschoben, um einer nachfolgenden Generation Platz zu machen.

Das die Wurzel durchziehende Gefäßbündel verläuft nicht in der Mediane der Wurzel, wie bei den übrigen Pteridophyten, sondern ist derjenigen Seite der Wurzel

genähert, welche der Stammfurche sich zukehrt. Bei der Verzweigung, welche während der Längsentwickelung der Wurzel sich oft bis zu vier Malen wiederholt, sind die excentrischen Gefäßbündel der Wurzelgabeln stets der dem Schwesterzweige der Wurzel zugewendeten Seite genähert. Im übrigen stimmt der Bau der Wurzel, soweit er klar gelegt ist, mit dem von *Selaginella* ziemlich überein; im Gefäßbündel jedoch, dessen Hadrom nur aus einigen wenigen Netz- oder Ringtracheïden besteht, fehlen Treppentracheïden vollständig, und auch das Leptom scheint nach den vorliegenden Untersuchungen nur zu einer äußerst schwachen Entwickelung zu gelangen.

Der Scheitel der Wurzeln besitzt einen geschichteten Bau.

Bei der Entwickelung der ersten Wurzel wird nach außen zuerst die erste Kappenschicht, nach innen das Kalyptrodermatogen angelegt, welches dem in eine Zellschicht vereinigten Dermatogen und Kalyptrogen der Lycopodiumwurzel entspricht. Auch bei der Anlage aller späteren Wurzeln wird zuerst das Proto-Kalyptrodermatogen gebildet, hier jedoch (nach Bruchmann) nur eine in dem Periblemgewebe befindliche, durch ihre Größe aber ausgezeichnete Zelle (Scheitelzelle) darstellend, aus welcher durch eine perikline Wand nach außen hin die erste Kappenzelle der Wurzel, nach innen aber die Kalyptrodermatogenzelle gebildet wird. Die letztere wird aber bald infolge mehrfacher antikliner Teilungen zum Kalyptrodermatogen, welches alsdann bei dem weiteren Wachstum stetig nach außen hin eine neue Kappenschicht erzeugt. Fast gleichzeitig mit diesen Wachstumsvorgängen findet die Differenzierung des Pleroms statt, worauf das sehr bald sich steigernde Spitzenwachstum der Wurzel beginnt. Über die Abwärtskrümmung der Wurzelstränge und der Wurzeln vergl. man bei Fig. 456. Die wesentlichste Abweichung von der *Lycopodium*-Wurzel besteht sonach darin, dass die Kappenschichten nicht von einer den Wurzelkörper umgebenden Schicht, sondern von der äußersten Schicht des Wurzelkörpers selbst erzeugt werden und somit ihrer Entstehung nach mit den Kappenschichten der anderen Pteridophyten und der Blütenpflanzen übereinstimmen.

Die Verzweigung der Wurzeln von *Isoëtes* (Fig. 460) beruht wie bei denen von *Lycopodium* auf echter Gabelung; sie wird in dem Plerom eingeleitet und nimmt auch in ihrer weiteren Entwickelung denselben Gang, wie die dichotomierende Wurzel von *Lycopodium*. Bei der Gabelung ist also das Wachstum der neu entstehenden Gabeläste ein centrifugales und somit ein dem centripetalen Wachstum der Mutterwurzel gewissermaßen entgegengesetztes. Die Übereinstimmung mit *Lycopodium* hört jedoch bereits bei der Anlage der ersten Kappenschicht der Gabeläste auf, welche hier wie bei der Hauptwurzel direkt aus der äußersten Schicht (Dermatogen) des Wurzelkörpers eines jeden Gabelastes ihren Ursprung nimmt.

Die Sporangien. Sporangiumentwickelung. — In der Fovea eines jeden Sporophylls gelangt je ein mit einem sehr kurzen Stiel versehenes Sporangium zur

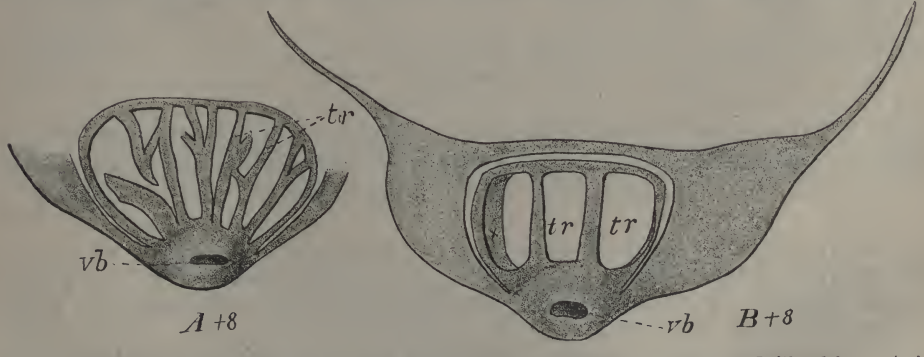


Fig. 461. Querschnitte durch 2 Sporangien von *Isoëtes lacustre* L. *tr* die Trabeculae, *vb* Leitbündel. — *A* ein Mikrosporangium, *B* ein Makrosporangium. 8mal vergr. (Nach Bower.)

Entwickelung. Dasselbe wird durch dünne Platten, Trabeculae, welche sich quer durch das Sporangium hindurchziehen, unvollkommen gefächert (Fig. 461).

Die erste Anlage der Sporangien erfolgt zu der Zeit, wo die Ligula sich bereits zu einem Gewebekörper auszubilden begonnen und die Lippe (labium) sich deutlich hervorgewölbt hat.

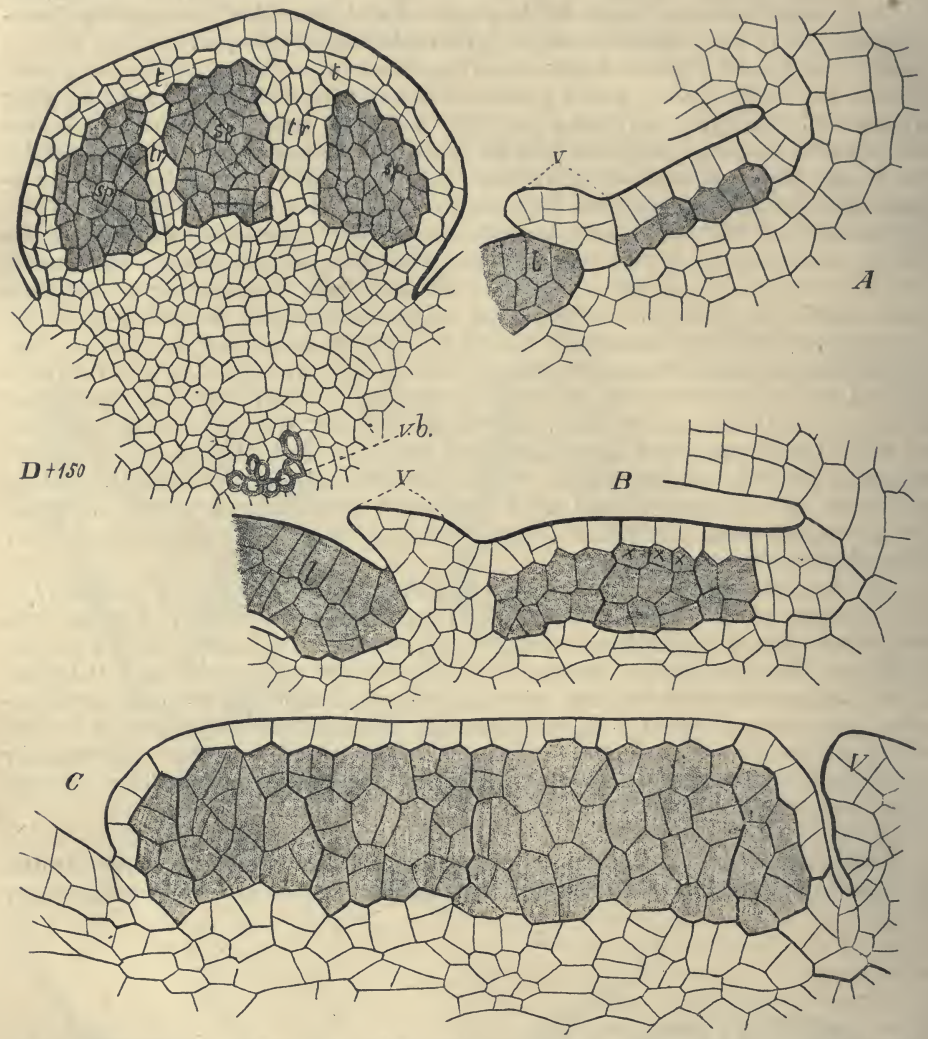


Fig. 462. *Isoëtes lacustre* L. Entwickelung des Mikrosporangiums; *l* die Ligula, *v* das Indusium. Das Archespor und das von ihm abgeleitete sporogene Gewebe ist schattiert. — *A* Anlage des einschichtigen hypodermalen Archespors; Längsschnitt (300/1). — *B* und *C* zwei weitere, aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien des Sporangiums; Längsschnitt (300/1). — *D* Differenzierung des Sporangiuminhaltes. *tr* die Trabeculae, *sp* der Complex der Sporenmutterzellen, *t* das Tapetum, *vb* das Leitbündel; Querschnitt (150/1). (Nach Bower.)

Mikrosporangien. — Die Anlage der Mikrosporangien ist auf ein aus einer Zellschicht bestehendes, hypodermales Archespor (Fig. 462, *A*) zurückzuführen, bei dessen weiterem Wachstum sich keine Gesetzmäßigkeit in den Teilungsrichtungen seiner zunächst gleich großen und gleichmäßig mit Protoplasma angefüllten, polygonalen, meristematischen Zellen feststellen lässt. Das Archespor wird daher zunächst in einen, aus vielen, noch durchaus gleichartigen und meristematischen

Zellen bestehenden Zellkörper (Fig. 462, *C*) umgewandelt. Derselbe wird von der die Oberfläche des jungen Sporangiums bedeckenden Zellschicht, der Sporangiumwand umgeben und differenziert sich zu den die Trabeculae bildenden Zellreihen. Das dazwischenliegende Gewebe stellt alsdann einen umfangreichen Zellcomplex dar, dessen pellen die Mutterzellen der Mikrosporen sind. Dieser Teil des Sporangiuminhaltes sowohl, wie die Trabeculae (also die beiden inneren Gewebeteile) geben gegen die Sporangiumwand hin die Tapetenzellen ab (Fig. 462, *D*), welche sich durch Teilungen späterhin vermehren und also die Trabeculae und den Complex der Sporenmutterzellen nach außen hin umgeben. Während dieser Vorgänge gelangt das junge Sporangium durch das schnellere Wachstum der umgebenden Gewebeteile des Blattes in eine Grube, die schon oben bezeichnete Fovea, während ziemlich gleichzeitig die Entwickelung des kurzen aber breiten Sporangiumstieles beginnt, welcher von den an das Leitbündel der Blätter (Fig. 462, *D* und Fig. 461) angrenzenden Zellschichten der Sporangiumanlage seine Entstehung nimmt. Bald darauf findet auch die Ausbildung des Velums statt, welches das Indusium darstellt. Aus jeder Sporenmutterzelle entstehen 4 Mikrosporen.

Makrosporangien. — Die Entwickelung der Makrosporangien nimmt anfangs denselben Verlauf wie diejenige der Mikrosporangien; aber es kommt nach Fitting nicht bei allen Arten zur Ausbildung eines vielzelligen, einschichtigen Archespors. Dasselbe teilt sich z. B. bei *Isoëtes Durieï* vielmehr schon durch Periklinen, wenn es nur 2—3 Zellen lang und ebenso breit ist, indem sich die Sporangiumanlage sehr stark hervorwölbt (Fig. 463, *A*); bei der Verlängerung und Verbreiterung derselben findet man alsdann erst antikline Wände. In den meisten Fällen allerdings vollzieht sich die Anlage der beiden Sporangiumarten ziemlich gleichartig. Mit der Differenzierung der Trabeculae wird sie jedoch stets verschieden, da nicht sämtliche undifferenzierte Zellen des Sporangiums Sporenmutterzellen darstellen, sondern nur einzelne durch bedeutende Größenzunahme Mutterzellen der Makrosporen werden. Die benachbarten kleineren werden dagegen sämtlich Tapetenzellen.

Die Makrosporenmutterzellen sind (nach Fitting) zuerst isodiametrisch; sehr bald aber strecken sie sich (Fig. 463, *B*), während das Sporangium durch fortgesetzte Zellteilungen bedeutend an Umfang zunimmt, senkrecht zur Wandung unter dauernder Größenzunahme, wodurch sie eine eiförmige Gestalt bekommen (Fig. 463, *C*). Etwa gleichzeitig treten in ihrem Plasma zahlreiche Stärkekörner auf, und bald darauf werden in den Sporenmutterzellen, die sich noch weiter vergrößern, Umlagerungen der Inhaltsmassen bemerkbar, welche die Teilung einleiten.

Wenn die Mutterzellen (bei *I. Durieï* und *I. lacustre*) einen Durchmesser von etwa 75 : 65 μ erlangt haben, ist ihr Wachstum im wesentlichen beendigt, während das Sporangium sich noch immer durch Zellteilungen sehr bedeutend vergrößert. Da nun die Mutterzelle dieser Ausdehnung der an sie grenzenden Zellschicht, des Tapetums, durch entsprechendes Wachstum nicht mehr folgt, so muss sie sich von ihr trennen und gelangt daher in einen unregelmäßigen Hohlraum (Fig. 463, *D*). Die Tapetenzellen, welche noch längere Zeit teilungsfähig bleiben, wölben sich infolge ihrer Turgescenz nach innen vor, ja einzelne Zellen oder Zellgruppen lösen sich sogar, ellipsoidische oder kugelige Gestalt annehmend, von den übrigen etwas ab. Eine Auflösung dieser und der übrigen Tapetenzellen findet — entgegen den Angaben der früheren Beobachter — nach Fitting weder in diesem, noch in einem späteren Stadium statt. Sie verlieren aber später allmählich ihren Inhalt, wenn die Sporen sich der Reife nähern.

Die ersten mit der Teilung der Mutterzelle in Beziehung stehenden Anzeichen von Umlagerungen machen sich in der Teilung der Inhaltsmassen der Mutterzellen bemerkbar, derzufolge nach den Polen der Mutterzelle hin zwei aus Stärkekörnern und grobkörnigem Plasma bestehende Klumpen entstehen, zwischen denen hyaline Plasmastrahlen ausgebildet werden (Fig. 463, *D*). Aus den beiden stärkereichen Klumpen entstehen nun infolge weiterer Umlagerungen der Stärkekörner u. s. w.

in tetraëdrischer Anordnung vier eben solche Inhaltsmassen, von denen nach allen Seiten in das Plasma Strahlungen ausgehen, welche in den künftigen Zellplatten der Specialmutterzellen zusammentreffen.

Während dieser Zeit haben die Mutterzellen sich vergrößert und Kugelgestalt angenommen, an die primäre Zellhaut der Mutterzelle ist eine neue, stark lichtbrechende und in Wasser leicht quellende Membran, eine sekundäre Verdickungsmembran angelagert

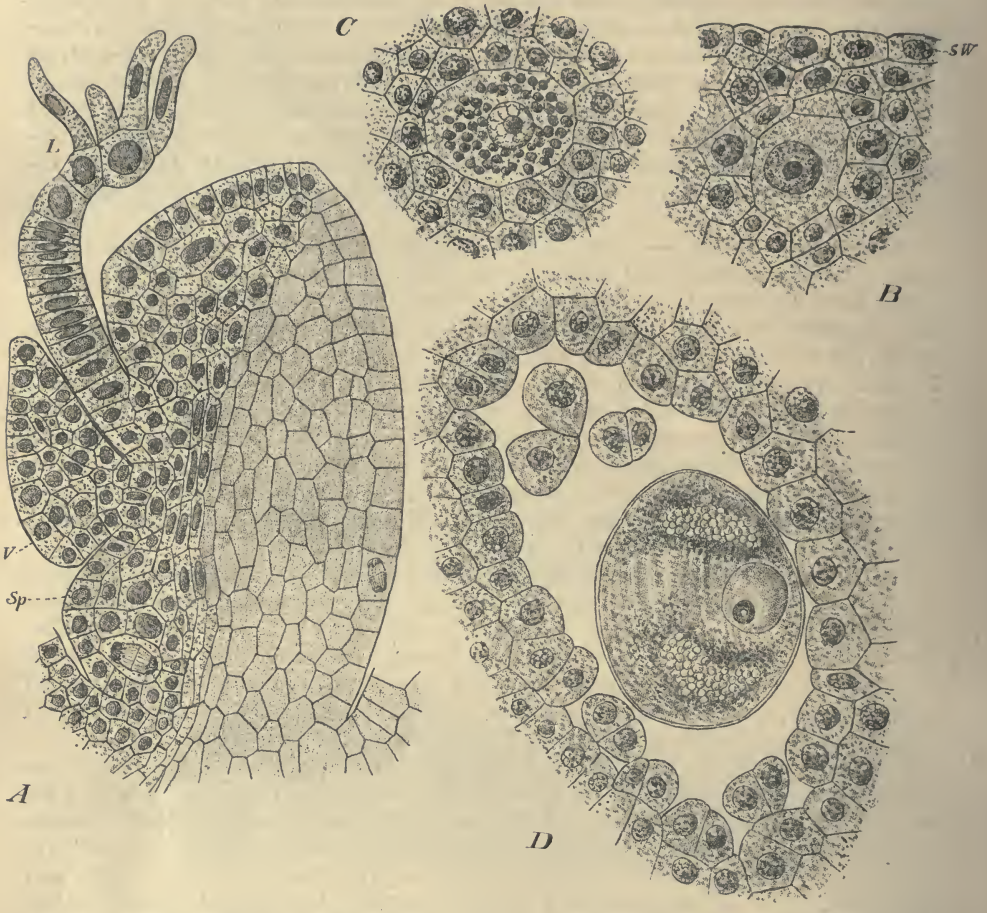


Fig. 463. *A Isoëtes Durieï* Bory, medianer Längsschnitt durch ein ganz jugendliches Blatt mit Makrosporangiumanlage; *Sp* Sporangiumanlage, *V* Indusium, *L* Ligula. — *B—D Isoëtes lacustre* L. *B* Ganz jugendliche Makrosporenmutterzelle noch in festem Verbande mit den übrigen Zellen der Sporanginmanlage (*sw* Sporangiumwand). — *C* Etwas ältere Makrosporenmutterzelle. Der Kern ist von zahlreichen Stärkekörnern umgeben. — *D* Querschnitt durch eine ältere Sporangiumanlage; Makrosporenmutterzelle mit zwei Stärkeklumpen (Einleitung zur Teilung); die Tapetenzellen haben sich von ihr abgehoben, einige (links oben) scheinbar isoliert, bei tieferer Einstellung lässt sich aber ihre Verbindung mit den übrigen feststellen. — *A—D* 360 mal vergr. (Nach Fitting.)

worden, welche ebenso wie die primäre nicht aus Cellulose besteht, sondern Pektinreaktionen giebt.

Gleichzeitig ist der vorher peripherisch gelagerte Kern (Fig. 463, *D*) in das Centrum der Mutterzelle gewandert und teilt sich nun simultan in 4, an den Stärkeklumpen liegende Kerne, während die Plasmastrahlen um die Stärkeklumpen sehr vermehrt werden. Hierauf werden in den 6 Ebenen, in welchen diese Strahlen aufeinander treffen, Zellplatten ausgebildet, die das ganze Plasma von der Wand bis zum Centrum der

Mutterzelle durchsetzen. In diesen Platten, von denen zwei die Zellplatten zwischen den Kernen in sich aufnehmen, entstehen simultan die Zellwände, durch welche die tetraëdrisch angeordneten Specialmutterzellen voneinander getrennt werden. Es kommen also vier von diesen Wänden ohne jede Beteiligung der zwischen den Kernen ausgespannten Verbindungsfäden zustande.

Es wird demnach bei *Isoëtes* die Teilung der Zelle nicht ausnahmslos durch die Kernteilung, sondern bei der Teilung der Makrosporenmutterzelle durch eine Teilung des Plasmas und der in ihm eingeschlossenen Reservestoffe eingeleitet, an welcher der Kern zunächst nicht durch sichtbare Veränderungen seiner Gestalt und Struktur beteiligt ist. Ähnliche Vorgänge sind auch bei der Entwickelung der Sporenmutterzellen einiger Lebermoose beobachtet worden.

Nach der Ausbildung der sechs Scheidewände umgiebt sich der Plasmakörper jeder der vier Specialmutterzellen mit einer neuen Haut, der Specialmutterzellmembran,

Fig. 464. *A* Optischer Durchschnitt durch eine Tetrade in einem jungen Makrosporanginm von *Isoëtes Duriei* Bory, zwei fertile und eine sterile Sporenanlage getroffen. Durch die Quellung der Spezialwände ist das Perispor von den Randkanten der Sporen weit nach den Seiten hin ausgezogen. — *B* Optischer Durchschnitt durch eine jugendliche Makrospore von *Isoëtes lacustre* L., in der das Mesospor von dem abgerundeten Plasmakörper sowohl, als z. T. auch von dem Exospor abgehoben ist. Die Wand der Specialmutterzelle ist stark angeschwollen. 360mal vergr. (Nach Fitting.)

welche sich gleichmäßig verdickt, und nur an dem künftigen Sporenscheitel und den Scheitelkanten verhältnismäßig dünn bleibt. Nachdem diese Hautschicht eine gewisse Dicke erreicht hat, werden auf ihr zahlreiche kleine, polsterförmig gegen das Plasma vorgewölbte Verdickungen gebildet, wodurch sie im optischen Querschnitt eine gekerbte Innencontour bekommt (Fig. 464); diese Verdickungen entsprechen bei jeder Art annähernd den charakteristischen Verzierungen der reifen Sporen und bilden also das Negativ dieser Verzierungen. Nach ihrer Ausbildung ist das Wachstum der Specialmutterzellmembran beendigt. Darauf wird an der Innenseite derselben, allen ihren Vorsprüngen und Einkerbungen genau folgend, eine zunächst äußerst dünne, aber schnell an Dicke zunehmende, stärker lichtbrechende Lamelle — die erste Anlage der Sporenmembran — sichtbar. Es ist dies zugleich auch die erste Anlage des Exospors, welches sich alsbald in 3 Lamellen spaltet und dieselben auch fernerhin behält. Nun erst erfolgt zwischen dem Exospor und der Specialmutterzellmembran die Bildung des aus einer Lamelle der letzteren entstehenden Perispors. Bald darauf wird auch — nach dem Inneren der Spore zu — das an das Exospor grenzende Mesospor sichtbar, ein vollständiger Abdruck der Innencontour des Exospors. Es ist dies als eine Neubildung des Plasmas aufzufassen, welche sich stets leicht von dem Exospor

trennen lässt und nur sehr wenig verdickt wird. (In dieser Haut werden bei einigen Species eigenartige Tüpfel ausgebildet.)

Bei der weiteren Entwickelung nehmen die Sporenhäute längere Zeit an Umfang und Dicke zu, Exospor und Mesospor werden hierbei incrustiert. Das Mesospor hat sich während dessen von dem Plasmakörper der Spore, sowie von dem Exospor abgehoben; die hierdurch entstandenen Zwischenräume sind mit einer Lösung angefüllt, welche das Material für das weitere Wachstum der Häute liefert. Dieses erfolgt durch Intussusception in der äußeren sowohl, wie in der inneren Membran. Von einer direkten Beteiligung des Plasmas an demselben kann bei dem plasmolytischen Zustande der ganzen Zelle keine Rede sein (Fig. 464, *B*).

Später schmiegt sich das Mesospor wieder an den Plasmakörper an und legt sich, wie es scheint, auch dem Exospor an. Darauf erst erfolgt die Bildung des Endospors, einer aus reiner Cellulose bestehenden Hautschicht, an welche kurz vor der Sporenreife noch eine dünne Lamelle angelagert wird; dieselbe giebt die Pektinreaktionen.

Zur Zeit der Anlage des Endospors sind also die Zwischenräume zwischen den Membranen, in denen Nährsubstanz enthalten war, verschwunden, andererseits aber ist die Substanzarmut des Plasmakörpers der Spore noch immer eine sehr bedeutende; es ist daher kaum möglich, von diesem die weitere Herstellung der die Membranen ernährenden Lösung abzuleiten. Das Bildungsmaterial derselben kann also nur von außen bezogen werden und muss daher die dicken Sporenmembranen durchwandern; ein Beweis, wie durchlässig diese Häute trotz der Einlagerung inkrustierender Substanzen für gewisse Stoffe sind. Der Ausbildung der Membranen folgt eine Anfüllung von Inhaltsstoffen in der Spore, während die Tapetenzellen allmählich ihren plasmatischen Inhalt verlieren und einschrumpfen. Es ist also kaum zu bezweifeln, dass es die Tapetenzellen sind, welche der Funktion der Ernährung der Membranen und des Plasmakörpers dienen, indem sie sich wie aktive Drüsenzellen verhalten. Nach ihrer Entleerung wird die für das völlige Reifen der Spore noch nötige Ernährung von den Zellen der Trabeculae und der Sporangiumwand übernommen. Das Plasma nimmt alsdann im Inneren der Makrospore zu, die Stärkekörner verschwinden vor der Sporenreife, und der Innenraum der Spore ist bei der Reife nur mit Plasma und Öl angefüllt.

Die Kieselsäureeinlagerungen erfolgen in dem Perispor und den äußeren Schichten des Exospors erst sehr spät und werden erst kurz vor der Sporenreife beendigt.

Bei der Keimung werden die Sporen infolge der Verwesung des Sporangiums frei.

Keimung der Sporen und das Prothallium. — A. Die Mikrosporen. — In den Mikrosporangien werden meist kugelquadrantische, mit deutlicher Rücken- und Bauchseite versehene Mikrosporen ausgebildet. Das Epispor und das Exospor der

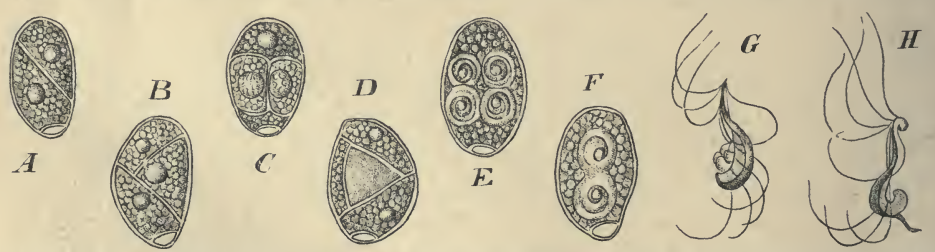


Fig. 465. Keimung der Mikrosporen. *A*—*F* aufeinanderfolgende Keimungsstadien der Mikrosporen von *Isoëtes setaceum* Bosc.; das Nähere im Text. Vergr. 640. — *G* Spermatozoiden von *Isoëtes Malinverianum* Ces. et Not. Vergr. 780. (Nach Belajeff.)

Mikrosporen von *Isoëtes setaceum* ist nach Belajeff längs des Kugeldurchmessers zu je einer weit vorgezogenen Falte, an den Endpunkten des Kugeldurchmessers dagegen zu

je einer warzigen Spitze ausgezogen; die Außenfläche des gelbbraunen Epispors ist nur sehr fein gekörnelt. Bei der Reife sind die Mikrosporen stark verkieselt.

Bei der Keimung wird von dem einen Ende der Spore eine kleine, linsenförmige Zelle abgeschnitten, welche sich nicht weiter teilt und als vegetative Zelle bezeichnet wurde (Fig. 465); dieselbe stellt ein rudimentäres Prothallium dar. Der übrige Teil der keimenden Mikrospore bildet dagegen das Antheridium, welches zunächst durch zwei Wände geteilt wird, welche schief sowohl gegen die Längsachse, als auch gegen einander verlaufen (Fig. 465, *A* und *B*). Die Anordnung dieser Wände erinnert an die Segmentation einer zweiseitigen Scheitelzelle. Die erste Segmentzelle und die Scheitelzelle kann man (mit Bezug auf die dorsiventrale Gestalt der Spore) als die beiden Rückenzellen, das zweite Segment als die Bauchzelle betrachten. Die Bauchzelle teilt sich nun in zwei Hälften durch eine Wand, welche senkrecht auf den beiden vorhergehenden Teilungen steht (Fig. 465, *C*). In beiden Bauchzellen entsteht eine Wand, welche parallel der Oberfläche der Spore ist und zwei innere von zwei äußeren Zellen abtrennt (Fig. 465, *D*). Das Antheridium besteht also aus zwei inneren Zellen und vier äußeren, welche die inneren allerseits umfassen. Beide inneren Zellen teilen sich quer gegen die Längsachse der Spore in je zwei Zellen, welche sich bald abrunden, aber paarweise zusammenhängen. Diese 4 Zellen sind die Mutterzellen der Spermatozoiden (Fig. 465, *E* und *F*). Es verschwinden nun die Wände, welche die zwei dorsalen und die beiden äußeren Bauchzellen voneinander trennen. Bei leisem Drucke des Deckglases öffnen sich die Sporen durch einen Riss an der Bauchseite, und die Mutterzellen der Spermatozoiden kommen aus dem Inneren der Spore heraus. Hiermit zugleich tritt auch der Rest der äußeren Zellen des Antheridiums als eine schleimige, körnige Masse heraus, und es bleibt in der Spore nur die sterile linsenförmige Zelle, das rudimentäre Prothallium, zurück. Die Membranen der herausgetretenen Mutterzellen der Spermatozoiden zerfließen nun, die Spermatozoiden strecken sich aus, indem die Windungen der Spirale sich voneinander trennen, und fangen an, sich lebhaft zu bewegen. Bei der Streckung fallen von ihnen (nach Belajeff) zwei scheibenförmige Körperchen ab. Die Spermatozoiden bestehen aus einem spiralig gewundenen, bandartigen Körper und sehr vielen und langen Cilien (Fig. 465, *G*), welche nur am vorderen, niemals am hinteren Ende des Körpers befestigt sind.

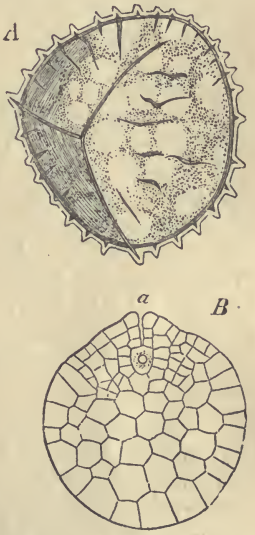


Fig. 466. Makrospore und weibliches Prothallium von *Isoëtes lacustre* L. *A* zwei Wochen nach der Aussaat, nach mehrstündigem Liegen in Glycerin, von oben gesehen. 60 mal vergr. — *B* axiler Längsschnitt des Prothalliums, 4 Wochen nach der Aussaat. *a* ein bereits geöffnetes Archegonium mit der Embryonalzelle. 40 mal vergr. (Nach Hofmeister.)

B. Die Makrosporen entstehen aus der Sporenmutterzelle (man vergl. oben) als Tetraëder; die reifen Makrosporen haben die Gestalt von niedrigen, dreiseitigen Pyramiden mit schwach gewölbten Pyramiden- oder Scheitelflächen und fast kugelig gewölbter Basalfläche. Die ersteren werden voneinander durch 3, im Scheitelpole der Spore sich vereinigenden Scheitelkanten, von der Basalfläche durch die 3 Randkanten getrennt. Alle diese Kanten springen als mehr oder weniger hohe Leisten über die gewölbten Flächen der Spore vor, die Scheitelkanten meist sehr stark, z. B. bei *I. tegulense* und *velatum*, jedenfalls immer stärker, als die Randkanten, die bei einigen Arten nur als feine Linien angedeutet sind, z. B. bei *I. Perralderianum*, *Malinvernianum* und *Engelmanni*.

Abgesehen von den Leisten sind die Makrosporen der meisten Arten, mit Ausnahme einiger südamerikanischen, in Wasser lebenden Arten (z. B. *I. Karstenianum*, *Lechleri* und *socium*, bei denen sie ganz glatt sind), mit sehr verschiedenartigen Verzierungen geschmückt. Ihre Größe liegt bei allen Arten zwischen $^1/_3$ und $^4/_5$ mm. Die Farbe

der trockenen Makrosporen ist bei vielen Arten weiß oder weißgrau, bei *I. tripus*, *Gardnerianum Boryanum* u. a. dagegen braun bis braungrau, bei *I. melanosporum* sogar schwarz. (Das Nähere vergl. man im speciellen Teile).

Die Sporenwand (man vergl. oben) besteht aus 4 Hautschichten: 1) Das stark verkieselte, glasig spröde Perispor. 2) Das bei den meisten Species in drei Lamellen gespaltene, dunkelbraun gefärbte Exospor, welches auch verkieselt ist, aber nur in seinen äußersten Schichten. Es umschließt bei sämtlichen Arten unzählige kleine, krystallartige, der Oberfläche parallel gelagerte Stäbchen von brauner Farbe. 3) Das Mesospor, eine sehr dünne Membran von bräunlicher Farbe, die sich sehr leicht vom Exospor ablösen lässt. 4) Das aus Cellulose bestehende Endospor.

Der Inhalt der völlig reifen Sporen von *I. Durieï* und *I. lacustre* besteht aus Protoplasma, in welches sehr zahlreiche kleinere und größere Öltropfen und kleine Körner (wohl Proteïnkörper) eingelagert sind. Stärkekörner, vor der Reife in großer Menge vorhanden, fehlen bei den reifen Sporen der genannten beiden Arten, finden sich jedoch, allerdings nur in geringer Menge, neben den anderen Reservestoffen in den reifen Sporen von *I. echinosporum* u. a.

Die Bildung des weiblichen Prothalliums erfolgt im Inneren der Spore, indem sich der Sporenraum mit Zellgewebe ausfüllt. Das hierdurch entstandene Prothallium, dessen Zellteilungen am Scheitel schneller vor sich gehen, als im übrigen Sporenraum (Fig. 466, *B*), durchbricht mit seinem weiteren Wachstum die Sporenhülle in der Richtung der drei Scheitelkanten, worauf auf dem hierdurch zuerst frei gewordenen Scheitel des Prothalliums das erste Archegonium angelegt wird. Nur, wenn dieses unbefruchtet bleibt, bilden sich noch mehrere in absteigender Reihenfolge. Die Entwickelung der Archegonien erfolgt in einer im wesentlichen übereinstimmenden Weise, wie bei *Selaginella*; auch der Hals des Archegoniums ist mit dem Prothallium verwachsen (Fig. 466, *B*).

Embryoentwickelung. — Die Entwickelung des Embryos beginnt mit der Bildung der Oktanten; die Basalwand verläuft etwas quer zur Archegoniumachse, wie bei *Selaginella*, aber die epibasale Embryohälfte ist dem Archegoniumhalse zugewendet und die Entwickelung eines Embryoträgers unterbleibt. Aus den oberen Oktanten geht der Cotyledo und die erste Wurzel hervor, ersterer aus den beiden vorderen, letztere aus den beiden hinteren Oktanten, während der Fuß aus den 4 unteren Oktanten entsteht. Der Stamm gelangt nach den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen erst später zur Anlage. Vorher wölbt sich der Cotyledo noch zu einer scheidenartigen Gewebewulst empor, worauf an derselben, aber dicht an der Basalwand eine Oberflächenzelle sich hervorwölbt; es ist dies die einzellige Anlage der ersten Ligula, welche im Verlaufe ihres Wachstums zu einer flachen, oben stark verbreiterten Schuppe wird.

Apogamie. — Bei *Isoëtes lacustre* und *I. echinosporum* treten Erscheinungen der Apogamie hervor, welche sich jedoch von denen der Farne dadurch wesentlich unterscheiden, dass bei ihnen sogar das ganze die Sexualorgane erzeugende Glied des regulären Entwickelungsganges ausbleibt. Goebel fand nämlich Exemplare, welche weder Makro-, noch Mikrosporangien besaßen, sondern an derselben Stelle des Blattes, wo sonst die Sporangien sich bilden, ein loses *Isoëtes*pflänzchen, dessen erste Entwickelungsstadien mit denen der Sporangien völlig übereinstimmen. Diese blattbürtigen Sprosse werden zu einer Zeit angelegt, wo das Gefäßbündel des Mutterblattes erst in der Ausbildung begriffen ist; später geht von diesem ein Ast an den sich bildenden Spross ab, welcher nun sehr bald Wurzeln treibt und neue Blätter erzeugt. Nach allmählicher Verwesung der ihn umgebenden Teile der Mutterpflanze wird die auf diese Weise ungeschlechtlich entstandene *Isoëtes*pflanze völlig frei und selbständig.

Diese Sprossungen sind aber keineswegs auf Missbildungen zurückzuführen. Goebel teilt vielmehr mit, dass unter den untersuchten Exemplaren sich Büsche von

jungen *Isoëtes*pflanzen befanden, welche ausschließlich auf die erwähnte Weise entstanden sind, und auf deren Blättern nun ebenfalls wieder gleiche Sprosse an Stelle der Sporangien angelegt worden sind. Die Vermutung, dass diese Eigentümlichkeit eine erbliche sei, liegt daher sehr nahe und erhält durch die Erscheinung der apogamen Farne eine wesentliche Stütze. Sollte es sich aber herausstellen, dass nur diejenigen Pflanzen, welche, wie die von Goebel untersuchten, in größerer Tiefe wachsen, apogam geworden sind, so würde hier ein analoger Fall vorliegen, wie bei der apogam gewordenen Gartenvarietät von *Aspidium filix mas*, welche offenbar nur durch eine Veränderung der ursprünglichen Wachstumsbedingungen der Zeugung verlustig gegangen ist.

Geographische Verbreitung. Die Gattung *Isoëtes*, von welcher nur 2 Arten (*I. Durieï* und *hystrix*) Landbewohner sind, die anderen Arten aber entweder einer ständigen oder wenigstens einer zeitweisen Wasserbedeckung bedürfen, ist über die ganze Erde mehr oder weniger verbreitet und scheint nur auf den Inseln des Südseegebietes ganz zu fehlen. Die größte Verbreitung hat die Gattung *Isoëtes* in den gemäßigteren Klimaten, und ist in Nordamerika mit 20, in Europa mit 17 Arten vertreten (wenn man die Azoren zu Europa mitrechnet, wo auf der Insel Flores *I. azoricum*, welches sonst an keinem zweiten Orte beobachtet wurde, aufgefunden worden ist). Europa und Amerika ist nur eine Art gemeinsam, *I. echinosporum*, von welcher jedoch in Nordamerika nur Varietäten mit Spaltöffnungen beobachtet worden sind, während die europäische Grundform keine Spaltöffnungen besitzt. Von den 17 europäischen Arten gehören 3 Arten (*I. Boryanum, tenuissimum, Violleï*) Westfrankreich resp. Südwest-Frankreich, 11 Arten dem Mittelmeergebiete und eine Art den Azoren an, während zwei Arten (*I. lacustre* und *echinosporum*) bis in die nördlichen Teile Europas vordringen, nach Süden aber das Mittelmeergebiet kaum oder nur an seiner nördlichen Grenze erreichen. Das Mittelmeergebiet selbst bewohnen im ganzen 12 Arten (*I. Brochonii*, *Heldreichii*, *Malinvernianum*, *setaceum*, *velatum*, *olympicum*, *tegulense*, *aspersum*, *dubium*, *Durieï*, *hystrix* und das bisher nur in Algier beobachtete *Perralderianum*). Aber nur eine dieser Arten, *J. hystrix*, einer der beiden Landbewohner, überschreitet die Grenzen des Mittelmeergebietes und dringt nach Norden bis zur Kanalinsel Guernsey vor.

Das tropische Amerika umfasst 8 Arten, von denen 2 (*I. mexicanum* und *Pringleï*) auf Mexiko, 2 (*I. triquetrum* und *Lechleri*) auf Peru, 3 (*I. Martii*, *Gardnerianum* und *amazonicum*) auf Brasilien und 1 Art (*I. cubanum*) auf die Insel Cuba beschränkt sind. Im außertropischen Südamerika ist bis jetzt nur eine Art (*I. Savatieri*) in Patagonien beobachtet worden. Es finden sich also im gesamten Amerika 26 Arten, d. h. fast die Hälfte aller beschriebenen Arten.

Im Vergleich zu Amerika und Europa sind die übrigen Erdteile arm an *Isoëtes*-Arten. Australien nebst den benachbarten Inselgebieten besitzt 10 Arten, wovon 3 Arten (*I. Drummondii*, *Mülleri* und *tripus*) auf das Festland, 1 Art auf Neuguinea (*I. neoguineense*), 4 Arten (*I. Hookeri*, *Stuarti*, *Gunnii* und *elatius* auf Tasmanien und 2 Arten (*I. Kirkii* und *alpinum*) auf Neuseeland kommen. Afrika enthält — mit Ausschluss von 5 Arten des bereits besprochenen Mittelmeergebietes, welche in Algier beobachtet worden sind (nämlich *I. velatum*, *Perralderianum*, *aspersum*, *Durieï* und *hystrix* — 5 Arten, von denen eine (*I. natalense*) Natal und 4 (*I. Schweinfurthii*, *nigritianum*, *aequinoctiale*, *Welwitschii*) das tropische Afrika bewohnen, während aus Madagaskar bis jetzt keine *Isoëtes*-Art bekannt ist. Am ärmsten an *Isoëtes*-Arten ist das Festland von Asien nebst den Inselgebieten, wo trotz der riesigen Ausdehnung bis jetzt nur 3 *Isoëtes*-Arten beobachtet wurden, auf dem Continent selbst nur 2 Arten (*I. hystrix* in Kleinasien und *I. coromandelinum* in Ostindien), auf dem ganzen Inselgebiet nur eine Art (*I. japonicum* in Japan).

Aus dieser Übersicht ergiebt sich eine ziemlich auffallende Ungleichheit in der geographischen Verteilung, welche auch hervortritt, wenn man die nördliche und südliche Halbkugel in Betracht zieht. Auf der ersteren sind bis jetzt 41 Arten, auf der südlichen Halbkugel dagegen nur 18 Arten beobachtet worden.

Nur eine Gattung:

Isoëtes L. (Brachsenkraut).

62 Arten, von denen 7 nordamerikanische Arten, *I. mexicanum* Underwood, *I. Pringlei* Underwood, *I. minimum* Eat., *I. Eatoni* Dodge, *I. hieroglyphicum* Eat., *I. Harveyi* Eat. und *I. Gravesii* Eat. nicht verglichen und daher auch in das nachfolgende systematische Verzeichnis nicht eingereiht werden konnten. Auch über *I. Brochonii* Motelay konnte ich nichts näheres vergleichen, diese Art steht aber *I. echinosporum* sehr nahe und wurde daher als Nr. 6 in dem nachfolgenden Verzeichnis aufgenommen. *I. baeticum* Willkomm ist zunächst noch bei *I. tegulense* belassen worden. *I. Viollaei* Hy, welches möglicherweise nicht als Art aufrecht zu erhalten ist, wurde einstweilen als Nr. 51 aufgenommen. Dagegen habe ich *I. velatum*, *tenuissimum* und *aspersum* nicht zu der einen Species *I. variabile* Le Grand zusammenziehen können, weil diese 3 Arten durch wichtige Merkmale (man vergl. unten), auf welche schon A. Braun hingewiesen hat, unterschieden sind. Wir verdanken die grundlegenden Untersuchungen über *Isoëtes* A. Braun. *I. neoguineense* Bak. n. sp., welche ebenfalls nicht näher untersucht werden konnte, ist einstweilen als Nr. 22 hinter den verwandten Arten *I. Mülleri* und *I. Kirkii* eingereiht worden.

Es ist übrigens meist sehr schwer, über die *Isoëtes*-Arten ein richtiges Urteil zu gewinnen, weil man dieselben oft nur in frischem Zustande oder in Conservierungsflüssigkeiten am besten in verdünnter Formalinlösung) untersuchen kann. Getrocknetes Material muss behufs der Untersuchung fast immer aufgeweicht werden, aber schon A. Braun klagte über die Schwierigkeiten, welche sich den Untersuchungen an aufgeweichtem Material entgegenstellen. Ich kann daher auch die nachfolgende systematische Anordnung nur als eine vorläufige betrachten, welche nach Untersuchungen an geeigneterem Material gewiss mehrfache Änderungen erfahren wird.

Sect. 1. *Aquatica.* B. mit geräumigen Lufthöhlen, deren Außenwand aus 2—3 Zelllagen (die Oberhaut mitgezählt) besteht. Ohne hypodermale (accessorische) Sklereïdenbündel. Keine persistierende Blattfüße. Entweder immer oder wenigstens größtenteils unter Wasser.

I. Stamm 2-lappig.

A. Ohne Indusium. 1. *I. triquetrum* A. Br. (syn. *I. andinum* R. Spruce, Manuscr.). Ohne Spaltöffnungen. Peru.

B. Indusium unvollständig, nicht das ganze Sporangium bedeckend. — **Ba.** Ohne Spaltöffnungen. Stets unter Wasser. 2. *I. pygmaeum* Engelm. Sehr kleine Pflanze. B. 4—6 cm lang, steif, stachelspitzig. Makrosporen weiß, mit sehr kleinen Höckern. Californien. — 3. *I. Tuckermanii* A. Br. B. dünn und spitz, durchschnittlich 5—10 cm lang, manchmal auch bis über 20 cm lang. Makrosporen weiß oder gelblichweiß, mit sehr kleinen Höckern. Nordamerika. — 4. *I. lacustre* L. B. 8—12 cm lang, sehr steif, kaum zugespitzt. Die Lappen des Stammes von 3—5, mitunter auch von 7 Längsfurchen durchzogen. Makrosporen gelblichweiß, seltener reinweiß, mit niedrigen, z. T. anastomosierenden Höckern auf allen Flächen. Europa (Finnland, Schweden, Norwegen, Schottland, Ostpyrenäen, Mitteleuropa). — 5. *I. echinosporum* Dur. B. 4—12 cm lang (sehr ungleich lang), nicht steif, nach oben sich verjüngend. Makrosporen weiß oder gelblichweiß, auf allen Flächen mit langen, zerbrechlichen Stacheln besetzt. Europa (Mitteleuropa, Norditalien, Frankreich, England, Skandinavien, Finnland, Lappland, Island); Nordamerika, die Grundform nur in Grönland; im übrigen Nordamerika nur die Formen: var. *Braunii* (Dur.) Engelm., var. *robustum* Engelm., var. *Boottii* (A. Br.) Engelm., var. *muricatum* (Dur.) Engelm. Diese amerikanischen Varietäten, welche man z. T. auch als Arten betrachtete, unterscheiden sich von der in Europa verbreiteten Grundform durchweg durch die Spaltöffnungen, welche sie, wenn auch in geringer Menge, besitzen; sie bilden somit den Übergang zu der folgenden Gruppe. — 6. *I. Brochonii* Motelay. Gebirgsseen der östl. Pyrenäen. — **Bb.** Mit einigen Spaltöffnungen. — **Bbα.** Stets unter Wasser. 7. *I. Bolanderi* Engelm. B. 7—15 cm lang. Makrosporen mit kleinen Höckern, welche nur selten zusammenfließen. Californien (bis über 3000 m). — 8. *I. Martii* A. Br. B. zahlreich, bis 70 cm lang, etwa 2 mm breit, sehr weich und biegsam. Mit Spaltöffnungen, welche in dem oberen Teile des B. 2-reihig angeordnet sind. Makrosporen reinweiß, mit mäandrisch zusammenfließenden Runzeln. Brasilien, in Bächen. — **Bbβ.** Nicht ganz unter Wasser, nur zeitweise oder nur in der Jugend ganz unter Wasser. Makrosporen weiß oder gelblichweiß. — 9. *I. saccharatum* Engelm. Eine kleine Pflanze mit 4—8 cm langen, pfriemförmigen Blättern. Nordamerika. — 10. *I. riparium* Engelm. Eine mittelgroße Pflanze. B. 10—20 cm lang. Nordamerika.

C. Indusium vollständig das Sporangium bedeckend. — Ca. ohne Spaltöffnungen. Stets unter Wasser. — Caα. Makrosporen mit Höckern. 11. *I. Hookeri* A. Br. B. 10—20 cm lang, kaum durchscheinend. Indusium etwas lederartig, bräunlich. Tasmanien. — 12. *I. Stuarti* A. Br. Kleine Pflanze, B. etwa 7 cm lang, durchscheinend. Indusium zart, hell, durchscheinend. Tasmanien. — Caβ. Makrosporen ohne Höcker, glatt. 13. *I. Lechleri* Mett. B. 7—12 cm lang. Peru. (In den Formenkeis von *I. Lechleri* gehören *I. Karstenii* A. Br., auf d. Paramo-Gebirge von Merida vorkommend und *I. socium* A. Br. in Argentinien). — Cb. Mit einigen Spaltöffnungen. Nur zeitweise unter Wasser. 14. *I. melanosporum* Engelm. Eine der kleinsten Arten mit 5—10 B., welche etwa 5 cm lang sind. Makrosporen dunkelfarbig, mit Höckern. Nordamerika.

II. Stamm 3-lappig.

A. Ohne Indusium. — Aa. Ohne Spaltöffnungen. Stets unter Wasser. 15. *I. Heldreichii* v. Wettst. B. 10—25 cm lang, 1/2—1 mm breit. Stamm 1/2—1 cm im Durchmesser. Makrosporen weißgelb. Thessalien, in einem Sumpfe bei Paläokortion. — 16. *I. Gunnii* A. Br. B. nur 3—6 cm lang, aber 2—3 mm breit. Stamm 2—3 cm im Durchmesser. Makrosporen braun. Tasmanien. — 17. *I. electius* A. Br. (syn. *I. tasmanicum* F. v. Müll. u. Dur.). Große Pflanze. Stamm bis 2 cm dick. B. 25—32 cm lang, an kräftigen Exemplaren bis 50 cm lang. Makrosporen hellgrau. Tasmanien. — Ab. Mit einigen Spaltöffnungen. Nur zeitweise unter Wasser 18. *I. Drummondii* A. Br. B. 5—7 cm lang, wenig zahlreich (höchstens 18). Makrosporen gelblichweiß, mit zahlreichen kleinen Höckern. Australien, am Swan River.

B. Indusium unvollständig, ohne Spaltöffnungen. Stets unter Wasser. 19. *I. azoricum* Dur. Kleine Pflanzen, B. bis 6 cm lang. Makrosporen weiß oder gelblichweiß, auf allen Flächen mit netzartig sich vereinigenden Runzeln. Azoreninsel Flores.

C. Indusium vollständig. Mit mehr oder weniger zahlreichen Spaltöffnungen. — Ca. Makrosporen grau, bezw. hellgrau, mit Höckern. 20. *I. Mülleri* A. Br. Nur zeitweise unter Wasser. B. bis 7 cm lang, durchscheinend mit zahlreichen Spaltöffnungen. Ostaustralien (Rockhampton). — 21. *I. Kirkii* A. Br. Stets unter Wasser. B. wenig durchscheinend. Mit wenigen Spaltöffnungen, Neu-Seeland. — 22. *I. neoguineense* Bak. (?) Neu-Guinea. — Cb. Makrosporen glatt. 23. *I. alpinum* Kirk. Stets unter Wasser. B. etwa 20 cm lang, durchscheinend. In Alpenseen auf Neu-Seeland.

Sect. 2. *Amphibia*. B. stets mit Spaltöffnungen, Lufthöhlen der B. wie bei Sect. 1, mit sechs hypodermalen Sklereïdenbündeln, ohne Blattfüße, wenige kleine, häutige Blattbasen, gelegentlich persistierend. Meist unter Wasser, welches dem Austrocknen ausgesetzt ist.

Außer den im Nachfolgenden aufgeführten Arten gehören in die Sectio 2 noch folgende 4 Arten: *I. mexicanum* Underwood. Mexiko, Sierra Madre. — *I. Pringlei* Underwood. Mexiko, bei Guadalajara. — *I. minimum* Eaton (soll die kleinste amerikanische Art sein). Nordamerika, sumpfige Stellen bei Waverley. — *I. Eatoni* Dodge, mit langen, im Wasser flutenden Frühjahrsblättern, welche eine Länge von 71 cm erreichen, während die in der Luft wachsenden Sommerblätter nur 7—15 cm lang sind. Die Zahl der B. variiert zwischen 50 bis 200. Nordamerika, auf den Pownow-Flussniederungen.

Für die genauere Untersuchung dieser Arten fehlte das Vergleichsmaterial; es konnte daher für diese 4 Arten der Platz im System nicht genau ermittelt werden.

I. Stamm 2-lappig.

A. Indusium das Sporangium nicht vollständig bedeckend. — Aa. B. vierkantig. 24. *I. Engelmannii* A. Br. B. sehr zahlreich (25—100), 24—50 cm lang, z. T. flutend. Auf allen Flächen der Makrosporen Runzeln, welche ein wabenförmiges Netz bilden. Nordamerika. Hierher die Formen: var. *gracile* Engelm., var. *georgianum* Engelm., var. *validum* Engelm. Letztere die größte aller Arten, B. derselben sehr zahlreich, 100—200, Länge der B. 45—70 cm. Sämtliche Formen ebenfalls in Nordamerika. — 25. *I. Howellii* Engelm. B. wenig zahlreich (10—15) braungrün, 14—18 cm lang. Makrosporen rot, mit Höckern. Nordamerika. — Ab. Blätter dreikantig. 26. *I. melanopodum* A. Gay. Polygamisch. Stamm doppelt 2-lappig. 15—60 Blätter, welche 15—26 cm, selten bis 48 cm lang werden. Indusium sehr schmal. Westl. Nordamerika. var. *pallidum* Engelm. mit hellen Blattbasen und breitem Indusium. Ebenfalls im westl. Nordamerika. — 27. *I. Butleri* Engelm. Diöcisch, Stamm nur 2-lappig, 8—12 Blätter, welche 9—20 cm lang sind. Nordamerika, an salzhaltigen Stellen. Var. *immaculatum* Engelm., größer als die Grundform, B. zahlreicher, bis 60. Nordamerika.

B. Indusium vollständig das Sporangium bedeckend. — Ba. Blätter vierkantig. Makrosporen mit mehr oder weniger zusammenfließenden Runzeln. 28. *I. flaccidum* Shuttleworth, B. mitunter ganz untergetaucht, mitunter flutend, im letzteren Falle 40—65 cm lang. Nordamerika. Hierher als Formen: var. *Champani* Engelm. und var. *rigidum* Engelm., bei

letzterer B. aufrecht, 12—18 cm lang, ganz unter Wasser. — **Bb.** Blätter dreikantig. Makrosporen mit sehr kleinen vereinzelten Höckern, welche auf den Pyramidenflächen mitunter ganz fehlen. 29. *I. Nuttallii* A. Br. Blätter zahlreich, 20—60, schlank, 10—25 cm lang. Nordamerika, auf feuchten Prairieniederungen am Columbiaflusse.

II. Stamm 3-lappig.

A. Ohne Indusium. — **Aa.** B. vierkantig. Makrosporen dunkelbraun. 30. *I. Gardnerianum* A. Br. Makrosporen mit zahlreichen, fast walzenförmigen Höckern besetzt. B. aufrecht, über 30 cm lang, in der halben Höhe noch etwa $1^1/_2$ mm dick. Brasilien, Prov. Goyaz. — **Ab.** B. dreikantig, am Rücken mitunter mehr oder weniger abgerundet. Makrosporen weiß oder weißgrau. — **Abα.** Makrosporen mit mehr oder weniger zahlreichen Höckern bedeckt. — **Abα1.** B. bis 80 cm lang, Stamm ca. 3 cm im Durchmesser. 31. *I. Malinvernianum* Ces. u. de Not. Die Höcker der Makrosporen sehr groß, die Leisten oft überragend. Mittelmeergebiet. — **Abα2.** B. sehr verschieden lang, aber bei keiner Art über 40 cm lang. Stamm 1—1,5 mm im Durchmesser. 32. *I. Schweinfurthii* A. Br. Blätter 25—36 cm lang, 2 mm breit. Makrosporen mit sehr dicken Höckern. Centralafrika. — 33. *I. setaceum* Bosc. Blätter 20—35 cm lang, 0,5—1 mm breit. Höcker der Makrosporen klein, bedeutend niedriger als die Leisten. Südfrankreich. — 34. *I. coromandelinum* L. f. Blätter 15—30 cm lang, 1 mm breit. Höcker der Makrosporen so hoch oder fast so hoch wie die Leisten. Ostindien. Hierher *I. brachyglossum* A. Br. (als Art), welches wohl nur eine Varietät von *I. coromandelinum* ist, ausgezeichnet durch etwas längere Blätter und einen etwas dickeren Stamm. Ebenfalls in Ostindien. — **Abα3.** B. noch nicht 10 cm lang, sehr dünn, $^1/_2$—1 mm breit. 35. *I. amazonicum* A. Br. Makrosporen mit etwas wellig verlaufenden Leisten, mit halbkugeligen Höckern, welche auf allen Flächen gleich groß sind. Brasilien. — 36. *I. natalense* Bak. Makrosporen mit geraden, nicht wellig verlaufenden Leisten, großen Höckern auf der Basalfläche, kleineren auf den Pyramidenflächen. Natal. — **Abβ.** Makrosporen mit Runzeln, welche ein wabenartiges Netz bilden. 37. *I. japonicum* A. Br. Blätter 10—25 cm lang, 1 mm breit. Japan.

B. Indusium das Sporangium nicht vollständig bedeckend. — **Ba.** Stamm 2—3 cm im Durchmesser. 38. *I. velatum* A. Br. B. 20—25 cm lang. Makrosporen graubraun mit gleichfarbigen Leisten. Pyramidenflächen ohne Warzen. Hierher die Formen: var. *longissimum* Dur. mit 30—60 cm langen B. und var. *brevifolium* mit 4—10 cm langen B., Mittelmeergebiet. — **Bb.** Stamm nur 1 cm im Durchmesser oder noch dünner. — **Bbα.** Stamm durchschnittlich nur 0,5—0,8 cm im Durchmesser. 39. *I. olympicum* A. Br. Sehr kleine Pflanzen. B. 3—5 cm lang, 0,3—0,5 mm dick. Makrosporen bräunlichgrau, mit helleren, fast weißlichen, kleinen Höckern auf der Basalfläche, Pyramidenflächen fast ohne Warzen. Olymp. — 40. *I. Perralderianum* Dur. et Letourmeux. B. 13—24 cm lang. Braune Flecken auf der Rückseite der Blattscheiden. Makrosporen weißlich. Fast ganz unter Wasser. Algier, an mehreren Stellen bis 1250 m über dem Meere. — 41. *I. tegulense* Gennari. B. 20—30 cm lang, im trocknen Zustande 0,5 mm, beim Aufweichen 1 mm dick, auf dem Rücken mit einer deutlichen Rinne. Makrosporen weiß, Höcker auf der Basalfläche vorhanden, auf den Pyramidenflächen oft fehlend. Mittelmeergebiet. (Hierher ist wahrscheinlich auch *I. Baéticum* Willkomm, Südspanien, zu rechnen.) — **Bbβ.** Stamm nicht unter 1 cm im Durchmesser. — **Bbβ1.** B. auf dem Rücken von schwarzen Sklerenchymzellen gestrichelt. 42. *I. aspersum* A. Br. Makrosporen graubraun, auf der Basalfläche weißliche, sehr große Höcker. Pyramidenflächen meist ohne Höcker. Mittelmeergebiet. — **Bbβ2.** B. auf dem Rücken nicht gestrichelt. — **Bbβ2a.** Makrosporen braun oder gelblich- oder gräulichbraun mit gleichfarbigen oder helleren Leisten. 43. *I. tripus* A. Br. B. 3,5—4 cm lang. Makrosporen braun, nur in bereits verwesenden Sporangien braungrau bis weißgrau. Sämtliche Flächen der Makrosporen sind mit einem labyrinthartigen Runzelnetze zierlich bedeckt. Australien, am Swan River. — 44. *I. nigritianum* A. Br. B. 5—22 cm lang, 0,75—1 mm dick, auf der Basalfläche mehrere kleine Höcker, auf den Pyramidenflächen meist nur je einer. Nigergebiet. — 45. *I. aequinoctiale* Welw. B. 30—40 cm lang. Makrosporen wie bei der vor. (Ob als eigene Art aufrecht zu erhalten?). Angola. — **Bbβ2b.** Makrosporen weiß, auf der Basalfläche mit mehr oder weniger zahlreichen Höckern. 46. *I. Welwitschii* A. Br. B. 5—10 cm lang. Angola. — 47. *I. Savatieri* Franchet. B. untergetaucht über 20 cm, sonst c. 10 cm lang, annähernd vierkantig, stachelspitzig. Patagonien. — 48. *I. cubanum* A. Br. B. bis 40 cm lang. Makrosporen weiß, in alten Sporangien grau werdend. Cuba.

C. Indusium vollständig das Sporangium bedeckend. — **Ca.** Der Rücken der Blattscheide ist mit Längsfurchen versehen. — **Caα.** Die Blattscheide ist tief gefurcht. 49. *I. Sucksdorfii* Baker. B. 5—8 cm lang. Ziemlich kleine Pflanze. Nordamerika, Washington. — 50. *I. Boryanum* Dur. Stamm 2—3 cm dick. B. sehr ungleich lang, oft 7—11 cm, nicht

selten aber auch bis 30 cm lang werdend. Große, z. T. walzenförmige Höcker auf der Basalfläche. Südwestfrankreich, Teiche bei Cazau. — 51. *I. tenuissimum* Boreau. B. 3—5, seltener bis 10 cm lang. Makrosporen mit sehr kleinen Höckern auf der Basalfläche. Südfrankreich (Départ. Haute Vienne). — 52. *I. Violleï* Hy. (ob als eigene Art aufrecht zu erhalten?). An einer einzigen Örtlichkeit Westfrankreichs. — Cb. Blattscheiden nicht gefurcht, aber oft mit braunen oder rotbraunen Flecken auf der Unterseite. Große Pflanzen. 53. *I. dubium* Gennari. Zwiebel 1—1,5 cm dick, B. 18—22 cm lang, aber nur $^2/_3$—$^3/_4$ mm breit. Insel Maddalena.

Sect. 3. *Terrestria*. B. mit engen Lufthöhlen, deren Außenwand nur aus einer Zelllage (der Oberhaut) besteht, mit zahlreichen Spaltöffnungen und meist nur 4, starken hypodermalen Sklereïdenbündeln. Mit Blattfüßen*). Indusium vollständig das Sporangium bedeckend, am Grunde mit an der Bildung des Blattfußes teilnehmend. Rücken der Blattscheide mit warzigen breiten Längstreifen. Die sterilen B. (hier als Niederblätter zu betrachten) entwickeln nur den Scheidenteil des Blattes, der, gleich den Blattfüßen, zu einer glänzend schwarzen Schuppe von karten- oder knorpelartiger Consistenz erhärtet und persistiert (Fig. 455, *B* und *C*). Diese persistierenden sklerotischen Blattbasen bieten dem Stamme einen wirksamen Schutz während der durch lange Trockenperioden unterbrochenen Vegetation. 54. *I. Durieï* Bory. Oberfläche der Makrosporen durch dicht gedrängte kleine Höckerchen fein granuliert. Mittelmeergebiet, an im Winter feuchten, im Sommer austrocknenden Stellen. — 55. *I. hystrix* Dur. Makrosporen mit zierlich und regelmäßig netzartiger Oberfläche. An ähnlichen Stellen wie vor., aber weiter verbreitet. Mittelmeergebiet, auch in Kleinasien. Englische Kanalinsel Guernsey, Westfrankreich, Spanien, Portugal.

Hierzu kommen die oben genannten, in der systematischen Zusammenstellung nicht eingereihten 7 nordamerikanischen Arten. Die Gattung *Isoëtes* enthält also im ganzen 62 Arten.

Fossile Isoëtaceae.

Sicher bekannt sind Isoëtaceen, und zwar in der recenten Gattung *Isoëtes*, seit der unteren Kreide, aus der Saporta (Flore foss. du Portugal 1894, Taf. 24 Fig. 9—11, Taf. 25 Fig. 5—8, Taf. 27 Fig. 6) eine Art, *I. Choffati*, bekannt macht. Einige Arten kommen im Tertiär vor, von denen manche Reste schon sehr an unsere einheimische *I. lacustris* erinnern. — Vielleicht gehört Saporta's *Isoëtopsis* aus dem unteren Oligocän der Provence in der That zu den Isoëtaceen: die fertilen Blätter entbehren hier des laubigen Spreitenteiles und sind als Schuppen entwickelt.

Isoëtites Münster aus dem Jura Frankens ist ein ganz zweifelhafter Rest.

H. Potonié.

Zweifelhafte und obsolete Lepidophytengattungen.

Omphalophloios David White (Bull. geol. soc. America. Vol. IX. Rochester 1898). — Verf. meint, dass das 1880 von Lesquereux beschriebene *Lepidodendron cyclostigma* in eine besondere Gattung — *Omphalophloios* n. g. — gethan werden müsse. Es handelt sich um große Stammreste mit lepidodendroiden Polstern, die keine Medianlinie erkennen lassen, und deren Wangen glatt sind. Etwa im Centrum der Polster befindet sich eine Skulptur von der Größe der *Lepidodendron*-Blattnarben, nämlich eine stark gebogene, klammerförmige dicke Linie, deren Convexität nach oben hin gewendet ist, und welche ein ellipsen- bis eiförmiges Gebilde, das die in Rede stehende Klammer berührt, umschließt. Die gebogene Linie ist nach W. wahrscheinlich die Blattnarbe.

---

*) Mit Blattfuß (Phyllopodium) bezeichnete A. Braun den, nach dem Ableben des fertilen Blattes allein persistierenden, stark erhärteten, schwarzen Teil desselben, der stets mit dem Stamme verbunden bleibt und erst durch einen Abschuppungsprocess in Verbindung mit der Stammoberfläche abgeworfen wird. Bei *I. hystrix* ist der Blattfuß mit festen, schwarzen Hörnern versehen. Dieselben fehlen bei *I. Durieï*; an ihrer Stelle sind bei der letzteren Art nur kurze, meist stumpfe Zähne vorhanden. Die Blattfüße sind von den sterilen Blättern zu unterscheiden, welche nur als Niederblätter zu betrachten sind, aber in gleicher Weise wie die Blattfüße erhärten und sich färben. Bei ihnen wird — so zu sagen — das ganze Blatt oder der größte Teil desselben zum Phyllopodium.

Protostigma Lesquereux (Land plants in the Silurian Rocks of the N. States 1878). — Ein Rest, der wie ein Steinkern mit *Bergeria* ähnlicher Außenskulptur aussieht. Nach Foerste, Amer. Geologist 1893 kein Pflanzenrest.

Sigillodendron Weiss (Jahrb. d. Preuß. geol. Landesanstalt für 1888). — Spross einer Conifere? An dem unteren Sprossende sind die Blätter abgefallen und hinterlassen kleine *Sigillaria*-ähnliche Blattnarben, wie solche auch bei Coniferen vorkommen. — Rotliegendes. H. Potonié.

Cycadofilices

und sonstige Mittelgruppen zwischen Filicales und höheren Gruppen.

Von

H. Potonié.

Mit 15 Figuren in 30 Einzelbildern.

(Manuskript abgeschlossen im Januar 1901).

Das Bedürfnis, die im folgenden beschriebenen Fossilien vor der Hand als *Cycadofilices* zusammenzufassen, mit der Meinung, dass sich wenigstens ein Teil derselben immer mehr als Zwischenformen zwischen den *Filicales* und *Cycadales* ergeben werden, hat sich dem Verf. bei der Bearbeitung seines »Lehrbuches der Pflanzenpaläontologie«, (Berlin 1897—1899, p. 160) ergeben*).

Es ist zweifellos, dass eine Anzahl der bei den fossilen *Filicales* (S. 473 seq.) beschriebenen sterilen Resten mit den im folgenden betrachteten zusammengehören; es wird an den geeigneten Stellen auf die speciell in Betracht kommenden diesbezüglichen Reste aufmerksam gemacht werden. Vergleicht man den Habitus der *Filicales* mit demjenigen der *Cycadales*, so fällt vor allem ins Auge, dass die *Cycadales* (unter den recenten mit Ausnahme von *Bowenia*, vergl. N. Pflanzenfam. II 1, S. 21 Fig. 13) einfach-fiederige, die *Filicales* hingegen im allgemeinen mehrfach-fiederige Wedel besitzen, deshalb wird man geneigt sein, sofern sonst nichts widerspricht, große, einfach-fiederige fossile Wedel, die man nicht zu den *Cycadales* stellen kann, bis auf weiteres bei den *Cycadofilices* unterzubringen; so ist es hier mit der Gattung *Noeggerathia* geschehen, und so könnte man es u. a. auch mit der S. 502 behandelten Gattung *Neuropteridium* thun. Freilich kann die erwähnte habituelle Verschiedenheit, da sie nicht durchgängig ausschlaggebend ist, nur nebenbei bei systematischen Zuweisungen mit benutzt werden, zeigt sich doch auch unter den Fossilien der Hinweis, dass gewisse mehrfach-gefiederte Reste, und zwar der *Sphenopterides* (S. 490), *Pecopterides* S. (494) und *Neuropterides* (S. 499), wie weiter unten specieller vermerkt wird, vor der Hand vielleicht besser zu den *Cycadofilices* zu stellen sind.

Es giebt eine ganze Anzahl fossiler Reste, die man weder zu den echten *Filicales* im Sinne der Systematik der recenten Arten, noch zu den echten Gymnospermen stellen kann, die daher schon jetzt die Aufstellung mehrerer Mittelgruppen zwischen den genannten Gruppen nötig machen, obwohl wir über die geschlechtlichen Fortpflanzungsorgane derselben allermeist gar nichts, oder wenn überhaupt etwas, so doch nur sehr Ungenügendes wissen. Es sind meist echt-versteinert erhaltene Reste, deren Anatomie

*) Zeiller hat sich der Aufstellung der *Cycadofilices* in seinen »Éléments de paléobotanique« (Paris 1900 p. 124) angeschlossen, ebenso D. H. Scott, der in den »Studies of fossil Botany« (London 1900 p. 307—397) die ausführlichste Darstellung über diese Gruppe bietet. Im British Museum London (Mus. of Natural History) habe ich bereits bei meinem Besuch IX. 1901 eine Abteilung *Cycadofilices* eingerichtet gefunden.

die Abweichungen aufweist; es bieten diese eben einerseits Anklänge an die *Filicales*, andererseits an die *Cycadales*.

An die letzteren erinnert das Vorkommen 1. diploxyler Bündel (also mit nicht nur centrifugal, sondern auch centripetal sich entwickelndem Xylem) sowohl in Stämmen als auch in Blattspuren, wie sie für Cycadaceenwedel und -blütenstiele charakteristisch sind; jedoch ist daran zu erinnern, dass diploxyle Blattspuren auch bei zweifellosen Pteridophyten vorkommen (vergl. z. B. S. 723 bei *Lepidodendron*), 2. von secundärem Holz mit genetischen radialen Zellreihen, bestehend aus Hydroïden mit mehrreihigen gehöften Tüpfeln auf den Radialwandungen, so dass wir durchaus den Typus eines Cycadaceenholzes vor uns haben, 3. breiter, zuweilen sehr breiter Markverbindungen im secundären Holz. Die großen Markkörper und die mächtig entwickelten Rinden sind sowohl für die *Filicales* als auch für die *Cycadales* bemerkenswert. Bei den einen zu den *Cycadofilices* gestellten Resten treten diese Merkmale deutlicher, bei den anderen weniger intensiv in die Erscheinung.

An die *Filicales* erinnert, wie schon erwähnt, 1. die vermutliche Beblätterung einer Anzahl Reste, 2. der Bau der Primärbündel, der nicht selten (*Cladoxyleae*) ganz derjenige von Farn ist, auch hinsichtlich der Anordnung dieser Bündel, 3. der Gesamtbau von Wedelstielen oder Blattfüßen, die ganz die Verhältnisse gewisser recenter Farn aufweisen können (*Medullosa* mit ihren als *Myeloxylon* beschriebenen Blattfüßen), 4. das gelegentliche Bestehen des gesamten Secundärholzes aus Treppenhydroïden.

Trotz dieser Mischung von Merkmalen darf es doch nicht überraschen, wenn einmal bei der Auffindung der Fortpflanzungsorgane, resp. der Constatierung, dass gewisse bei den *Filicales* vorn aufgeführten fertilen Reste, zu Objecten gehören, die nur in anatomischer Hinsicht Mischtypen sind. Wie wir in der Reihe der zu den *Lycopodiales* gehörigen Familien und ebenso bei den *Equisetales* sehen, zeichneten sich die paläozoischen Typen gegenüber den heutigen durch ein secundäres Holzdickenwachstum aus. Ebenso kann es bei Farn gewesen sein; und wie die *Calamariaceen* hierdurch an die Coniferen erinnern, so würden dann gewisse paläozoische Farn an die *Cycadales* anklingen. Wegen dieser Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit ist denn auch bei den fossilen *Filicales* S. 512 ausdrücklich eine besondere Rubrik »Stämme mit secundärem Dickenwachstum« eingeschaltet worden, deren Besprechung freilich aus den angegebenen Gründen — da wir also die systematische Zugehörigkeit nicht sicher wissen — erst hier erfolgt. Auch die heutigen Farn weisen noch auf Vorfahren hin, die ein secundäres Holzdickenwachstum besessen haben; wenigstens kann die Andeutung eines solchen Dickenwachstums, wie es bei den recenten Farn *Botrychium rutaefolium* und bei *Helmintostachys* bekannt ist, am besten als Relict eines früher üblichen Verhaltens gedeutet werden. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass ja paläozoische Farnstämme (wie *Psaronius*, vergl. S. 508—509) bekannt sind, die durchaus schon ihrem anatomischen Bau nach Farn im heutigen Sinne sind. Nichtsdestoweniger ließe sich sehr wohl verstehen, warum ein Teil der paläozoischen Farne ein nachträgliches Holzdickenwachstum, und zwar im Sinne der anatomischen Terminologie — wie wir sehen werden — ein »anormales« Dicksenwachstum besessen haben. Es zeigt sich nämlich, dass diejenigen Reste, die auch anatomisch durchaus Farn sind (wie die Psaronien), aufrechten, sich selbst tragenden Stämmen angehört haben, während gewisse Reste mit Dickenwachstum, die wir also vorläufig bei den *Cycadofilices* unterbringen, zu windenden oder kletternden Arten gehören, die sich ja gerade ganz allgemein durch »anormalen« Bau und »anormales« Dickenwachstum von den anderen Pflanzen unterscheiden; ja gelegentlich kommt sogar bei kletternden Arten, auch wenn sie selbst zu den Dicotyledonen gehören (wie bei *Tecoma*), centripetales Holz vor. Somit hätten wir es in den in Rede stehenden Ausnahmserscheinungen um Charaktere zu thun, die sich als Anpassungserscheinungen an ein besonderes Leben, eben als Kletterpflanzen, erklären (vergl. G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie 2. Aufl. Leipzig 1896 S. 523 seq.), und das Anklingen an solche Charaktere bei Pflanzen, die nicht mehr klettern, bei denen es sich also nur noch um morphologische Eigentümlichkeiten handelt, wie die sehr zurückgetretenen diploxylen Bündel bei Cycadaceen, wird man dann durch

die Annahme der Herkunft solcher Pflanzen von kletternden Vorfahren verstehen können. Damit wäre die Ansicht gegeben, für die in Rede stehenden *Cycadales* kletternde Vorfahren unter den *Filicales* zu vermuten. Auch die consecutiven Holzringe, wie sie bei manchen Cycadaceen auffällig sind, unterstützen diese Hypothese insofern, als solche successive Zuwachsringe bei der Liane *Gnetum scandens* vorkommen. Der bedeutende Stammdurchmesser, welchen einige *Cycadofilices* wie z. B. manche Medullosen besitzen, ist kein Hinderungsgrund, sie als eventuell kletternde Stämme anzunehmen, da auch unter den recenten Lianen relativ dickstämmige Arten (z. B. bei *Bauhinia*, vergl. Haberlandt l. c. Fig. 230) vorhanden sind.

Befinden sich also einerseits unter den zunächst bei den *Cycadofilices* betrachteten Resten solche, die sich nicht unwahrscheinlich als echte *Filicales* mit secundärem Holzdickenwachstum ergeben können, so wurden andererseits im Folgenden (wie z. B. *Poroxylon*) auch solche Typen aufgenommen, die mehr zu den Cycadaceen oder überhaupt zu den Gymnospermen neigen und vielleicht einmal definitiv bei diesen werden untergebracht werden müssen, die sich jedoch bequem an die mehr den Farn zuneigenden Typen durch Übergänge anschließen.

Wie bei den paläozoischen Resten mit Holzdickenwachstum überhaupt, so wird auch bei den *Cycadofilices* eine Jahrringbildung auch bei den stärksten Holzkörpern nicht beobachtet.

Cladoxyleae.

Cladoxylon Unger (vergl. Solms, Pflanzenreste des Unterculm von Saalfeld, 1896) Fig. 467. — Im Centrum des aus längsgestreckten, spitz endenden, ursprünglich dickwandigen Zellen bestehenden Grundgewebes finden sich auf dem Querschliff zahlreiche langgestreckte, meist gebogene, und zwar oft V-förmig gebogene, dazwischen auch kleinere rundliche bis ellipsen-eiförmige anastomosierende Bündel, deren Enden sich gabelig verzweigen können; sie werden von einer schmalen Zone dünnwandiger, parenchymatischer, mehr stumpfendender Zellen umgeben. Die centrale Partie der Bündel wird aus unregelmäßig gelagerten Treppenhydroiden gebildet, die ringsum in Secundärholz von wechselnder Dicke an den verschiedenen Stellen übergehen, wie das die hier in genetischen Zellreihen auftretenden Treppenhydroiden beweisen. Jugendlicheren Exemplaren, die Unger als *Arctopodium* und *Hierogramma* beschrieb, fehlt der Secundärzuwachs, so dass die Reste dann sehr an die recenten *Filicales* erinnern. Das Protohydrom liegt namentlich

Fig. 467. *A Cladoxylon mirabile.* Schwach vergrößerter Querschliff mit ± V-förmigen Leitbündeln. — *B Cladoxylon dubium* mit kreisförmig bis elliptisch-birnförmigen Leitbündelquerschliffen; schwach vergr. — *C* Ein einzelnes Leitbündel von *Cl. dubium* stärker vergr.: Primärbündel, nur an dem einen Ende (oben in der Figur: das ist rindenwärts) mit deutlichem Protohydrom; umgeben wird das Bündel von Secundärholz. (Nach Solms.)

in den Enden der Bündel, wenigstens finden sich hier Lücken, die zuweilen von einem zartwandigen Gewebe ausgefüllt sind. Das Secundärholz wird von einreihigen Markstrahlen unterbrochen, es handelt sich also um ein Amylohydrom. Solms beschreibt (l. c. S. 56) ein noch am Stamm ansitzendes Stück der Blattspindelbasis, die auf dem Querschliff inmitten eines sklerenchymatischen Rindenrohres ein einziges gestrecktes, körperlich gedacht also bandförmiges Bündel aufweist, das auf einer seiner Flächen in symmetrischer Lage 2 Vorsprünge besitzt. Die Endigungen weisen das Protohydrom auf, das also in 4 Strängen entwickelt ist. Dieser Bau ist durchaus farnspindel-ähnlich. Wie beschrieben verhält sich *Cl. mirabile* Ung. aus dem Culm. — *Cl. dubium* Ung. (incl. *Schizoxylon taeniatum* Ung.) zeigt im centralen, derbwandigen Grundparenchym auf dem Querschliff nur ei-elliptische, auch kreisförmige, radial gerichtete Bündel mit nur je einem auswärts gelegenen Protohydromstrang und einem mächtigeren Secundärzuwachs; die Zellen der Rinde sind dickwandiger als die das Bündel umschließenden Parenchymzellen. Die ein- bis mehrstöckigen, einreihigen Markstrahlen besitzen radial gestreckte Zellen. — Culm.

Völkelia Solms 1892 und 1896. — Wie *Cladoxylon*, jedoch fehlen bei der allein bekannten »Art« *V. refracta* (Göpp.) Solms die Markstrahlen; Göppert hatte diesen Rest (Flora des Übergangsgeb. 1852, S. 141) als *Sphenopteris refracta* bezeichnet, in der Meinung, dass mit ihm zusammen gefundene Restchen einer *Sphenopteris*-Wedelspreite specifisch dazu gehören, was nach Solms nicht unwahrscheinlich ist. — Culm.

Lyginopterideae*).

Hauptlitteratur: W. C. Williamson und D. H. Scott, Further observations on the organisation of the fossil plants of the coal-measures. Part. III: Lyginodendron and Heterangium. Phil. Trans. Roy. Soc. London 1896. — D. H. Scott, Studies of foss. Bot. London 1900 p. 308 seq.

Hierher die auf anatomisch eruierbare Reste gegründeten Gattungen *Lyginopteris*, *Heterangium*, *Megaloxylon* und *Calamopitys*, die habituell ganz an Farn erinnern, anatomisch jedoch in ihren Stengelorganen *Cycadales*-Merkmale aufweisen. Da die Art der Fortpflanzung bei den Lyginopteriden nicht bekannt ist, sondern diesbezüglich nur Vermutungen ausgesprochen werden können, ist es bis auf weiteres zweifelhaft, ob sie besser zu den *Filicales* gestellt oder den *Cycadales* genähert werden. Nach dem bis jetzt Bekannten handelt es sich um einen Mischtypus zwischen diesen beiden Gruppen, weshalb wir die Lyginopteriden zu den *Cycadofilices* stellen müssen.

Lyginopteris Potonié 1897 (*Lyginodendron* Will. non Gourlie 1843 **). Fig. 468—470.

Williamson hat sein *Lyginodendron Oldhamium* (das sind bis höchstens 4 cm starke Stücke von Stämmen mit secundärem Holzkörper) in Zusammenhang gefunden 1. mit seiner von 2 — sich zu einem **V**- oder **W**-förmigen Bündel vereinigenden — Bündeln

*) Scott, Studies 1900 p. 358 sagt *Lyginodendreae*, vergl. hierzu die Anmerkung zu *Lyginopteris*.

**) Unter *Lyginodendron* verstand Gourlie (Proc. Phil. Soc. Glasgow 1843) einen bloßen, dem *Dictyoxylon*-Bau entsprechenden Rindenerhaltungszustand mindestens nach Verlust des äußeren Hautgewebes, wie *Knorria* auf bloße Steinkerne gegründet. Da derselbe also bei ganz verschiedenen Familien vorkommt, so ist *Lyginodendron* Gourlie von *Lyginodendron* Will. zu unterscheiden. Bei *Lyginodendron* Gourlie würde es sich um eine bestimmte Außenskulptur handeln; die Stücke mit derselben gehören zum Teil zu den Lepidophyten, zum Teil zu *Lyginodendron* Will. Wo letzteres sicher entschieden werden kann, wie bei *L. Oldhamium*, ist daher der umfassende Name *Lyginodendron* unzweckmäßig, und ich habe daher l. c. den Namen *Lyginopteris* vorgeschlagen, was übrigens auch von anderer Seite (Zeiller) für zweckmäßig gehalten wird: es ist doch nicht angängig, ein und denselben Gattungsnamen für Objekte ganz verschiedener Familien zu verwenden, das bedingt nur zu leicht Confusion, um so mehr, als der Terminus *Lyginodendron* im Gourlie'schen Sinne noch keineswegs zu entbehren ist.

durchzogenen *Rhachiopteris aspera*, ein Object, das mit seinen concentrischen Leitbündeln als Farnspindel gedeutet werden musste, und dies wieder 2. in Zusammenhang mit Farn-

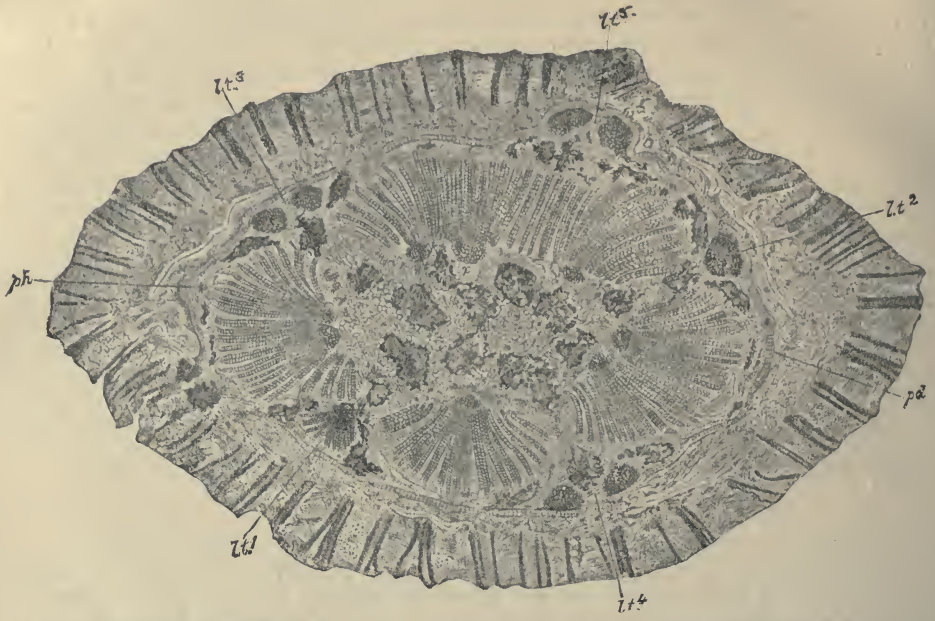


Fig. 468. *Lyginopteris Oldhamia.* 4½mal vergr. Stammquerschliff. Mark mit Nestern sclerenchymatischer Zellen; umgeben wird dasselbe von 8 Bündeln von Primärxylem, denen sich fächerförmig ausstrahlend die Zellreihen des Secundärholzes anschließen, *ph* Phloëm, *pd* »Periderm«, als Außengrenze des »Pericycles«; außerhalb zu befindet sich zunächst die Innenrinde und sodann die Außenrinde mit radialen Sklerenchymbändern. lt^1—lt^5 Blattspuren. Die Blattspur lt^1 noch deutlicher mit Secundärholz. (Aus Scott's Studies.)

fiederchen vom Typus derjenigen der *Sphenopteris Hoeninghausi*, so dass der Habitus unserer Figur 264 und Tafel-Fig. 409 (*Sphenopteris*) herauskommt, die vermutlich einen *Lyginopteris*-Rest darstellt. *Lyginopteris Oldhamia* besitzt einen großen parenchymatischen Markkörper mit Nestern sklerotischer Elemente. Der Markkörper wird von einem dichten Ring einzelner (5—9) Leitbündel umgeben, der sich im wesentlichen centripetal, zum kleineren Teil centrifugal entwickelt, wie aus der Lage der Hydroiden kleinsten Querschliffes, die fast ganz außen den Ring bekleiden, zu entnehmen ist. Umgeben wird dieses Primärxylem von einem mächtigen secundären, centrifugalen, fascicularen und interfascicularen Holzkörper aus radialwandig gehöft-getüpfelten Stereohydroiden ohne Jahrringbildung, mit vielen, breiten Markstrahlen. Die ganze »Stele« wird von einem auffälligen »Pericycle« umgeben, der außen von dünnen Lamellen abgegrenzt wird, die ganz den Eindruck von Periderm machen. Außerhalb dieses gering entwickelten »Periderms« folgt eine Mittelrinde,

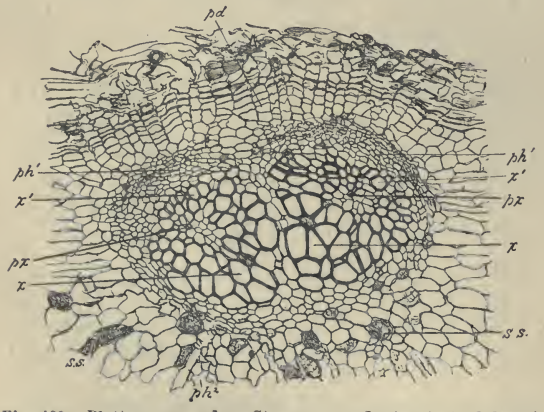


Fig. 469. Blattspur aus dem Stamme von *Lyginopteris Oldhamia* ca. 40 mal vergr. *px* Protohydrom, *x* centripetales, *x'* centrifugales Hydrom, *ph'* Phloëm der Blattspur und ph^2 Phloëm des Stammes, *ss* »secernierende« Zellen, *pd* »Periderm«. (Aus Scott's Studies.)

ein dünnzellwandiges Parenchym, und endlich eine Außenrinde, die *Dictyoxylon*-Bau zeigt, wie derselbe bei Lepidodendraceen (S. 731) vorkommt. Pericycle und das andere Rindengewebe werden von Blattspuren durchzogen, deren untere Enden die Primärbündel des Stammes sind. Die Blattspuren durchlaufen mindestens 10 Internodien: 5 Internodien im Verlauf durch die Rinde und 5 im Laufe zur Erreichung der Markperipherie. Im oberen Teil ihres Laufes, von ihrem Durchtritt durch den Pericycle ab, bestehen die Blattspuren aus 2 Bündeln, die sich später in der schon oben angedeuteten Weise wieder zu einem Bündel vereinigen. Gewöhnlich handelt es sich um eine $^2/_5$-Blattstellung, an den schmalen Stämmen wahrscheinlich um eine $^1/_3$-Blattstellung. Beim Übergang in die Blätter werden die sonst collateralen Blattspuren concentrisch, indem das Phloëm das ganze Xylem vollständig umgiebt. Wie aus der obigen Schilderung des Baues der Stammleitbündel hervorgeht, ähneln sie sehr denjenigen in den Blättern recenter Cycadaceen. Bündel vom Typus derjenigen der Cycadaceenblattbündel, deren Protoxylem sich also im Inneren des Primärxylems, aber nahe seiner nach außen hin gerichteten Seite befindet, heißen »mesoxyl« oder »mesarch«. Die Primärbündel und Blattspurbündel sind kurz gesagt mesarche collaterale Bündel. Die Protohydroiden sind spiralig ausgesteift, daran schließen sich leiterförmig-verdickte und sodann ganz das Innere des centripetalen Xylems

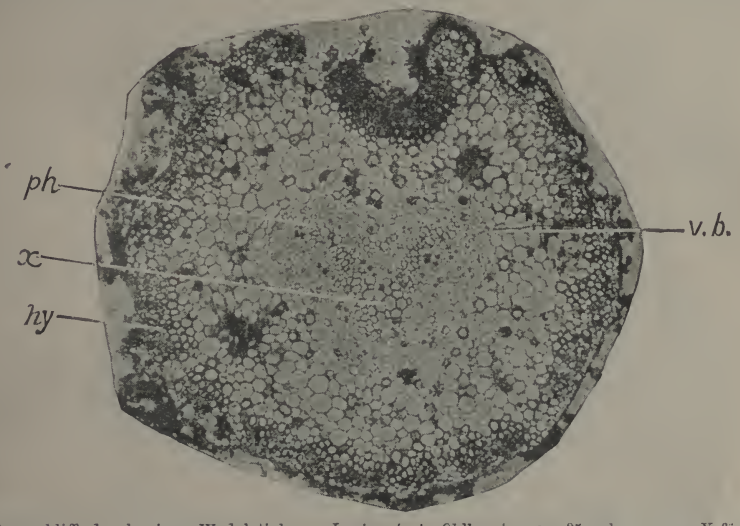


Fig. 470. Querschliff durch einen Wedelstiel von *Lyginopteris Oldhamia*, ca. 35 mal vergr. *x* V-förmiges Xylem *ph* Phloëm, das Xylem vollständig umschließend, wodurch das concentrische Bündel (*v. b.*) zustandekommt *hy* Hypoderm. (Aus Scott's Studies.)

einnehmend gehöft-getüpfelte Hydroiden wie im secundären Holz. — Einige dünne Stämmchen unterscheiden sich in ihrer Structur von der üblichen, indem das primäre Xylem einen continuierlichen Ring bildet und nicht in gesonderte, einzelne Bündel geschieden ist; es dürfte sich in solchen Stammstücken um die basalen, zuerst entwickelten Teile normaler Stämme der in Rede stehenden Species handeln. Bei *Osmunda*-Stämmen ist das Gleiche der Fall. Einige der untersuchten *Lyginopteris*-Exemplare besitzen ein Cambium in der Peripherie des Markkörpers, welches Xylem und Phloëm in verkehrter Orientierung erzeugt, also in centripetaler Entwickelung. Genau dasselbe kommt bei einigen *Tecoma*-Arten und bei anderen kletternden Dicotyledonen vor. — Vor Kenntnis der Zusammengehörigkeit sind die Wurzeln von *Lyginopteris* unter dem Gattungsnamen *Kaloxylon* Will. (*K. Hookeri* W.) beschrieben worden. Sie zeigen ein centrales, polygonales Primärhydrom, das von meist sechs, auf dem Querschliff keilförmigen Secundärholzbündeln mit Markstrahlen umgeben wird. Die parenchymatische Rinde ist lacunös, was für ein Leben im feuchten Boden spricht; außen wird sie durch längsgestreckte Zellen abgeschlossen. — Productives Carbon.

Heterangium Corda. — Stämmchenreste bis zu 1,5 cm im Durchmesser von im wesentlichen gleichem Bau wie *Lyginopteris*, nur dass ein primäres Centralbündel vorhanden ist, das von Strängen aus Hoftüpfeltracheïden gebildet ist, die in einem Parenchym eingebettet sind; ein individualisiertes Centralparenchym (»Markköper«) ist also hier nicht vorhanden. Die Hadromgruppen, welche die Peripherie der Centralbündel einnehmen, sind genau so gebaut wie diejenigen von *Lyginopteris*, d. h. diese Gruppen bestehen aus einem kleinzelligen, excentrisch nach außen gelegenen Protohadrom, mit Spiralhydroiden, welchen nach außen weitlumige, engerspiralige oder netzig verdickte Hydroiden folgen. An der Seite und nach innen finden sich großlumige, vielreihig gehöftgetüpfelte Hydroiden, wie sie die übrigen Hydroidengruppen des gesamten Centralbündels der Stämmchen auszeichnen. Es handelt sich also um »mesarche« Stränge. Um diese von den im Inneren der Stele vorhandenen Hydromsträngen bequem zu unterscheiden, bezeichnet Scott (Studies 1900 p. 341) den Centralteil der Stele als Metaxylem. Die Centralstele besteht also kurz gesagt aus einem Metaxylem, das peripher von mesarchen Protohadromsträngen umgeben wird. Die letzteren geben den Blattspuren den Ursprung. Es kann nun ein (meist schmaler) secundärer Holzring hinzukommen, bestehend aus kleinen, in genetischen Radialzellreihen angeordneten Hydroiden mit vielen gehöften Tüpfeln auf ihren Radialwänden und aus Markstrahlen. Dann folgen mehrere Zelllagen eines dünnzellwandigen Parenchyms (»Pericycle«). Daran schließt sich die »Innenrinde«, bestehend aus einem klein- und dünnzellwandigen Parenchym, dem horizontal liegende Gewebeplatten aus parenchymatischen Sklerenchym (Steinzellen) eingebettet sind. Diese Platten sind nicht miteinander verbunden, sondern isoliert und gehen nicht Ringe bildend wie Diaphragmen rund um den Stengel herum; vielmehr liegen sie in vertikalen Reihen. Auf der Außenfläche der Stämmchen markieren sich diese Sklerenchymplatten fossil als Horizontalstreifung. Die Außenrinde besitzt »*Dictyoxylon*«-ähnlichen Bau, nur dass die Stereïdenplatten sich nicht so auffällig maschig miteinander verbinden wie bei *Lyginopteris*, sondern weit größere Strecken isoliert vertical verlaufen, d. h. nur nach längeren Strecken miteinander anastomosieren. Als Blattstellungen wurden von Williamson $^3/_8$ u. $^2/_5$ constatiert. — Die den Stämmchen noch ansitzenden Basalteile der weit heranlaufenden Wedelstiele werden von je einem concentrischen Leitbündel durchzogen. Die sklerenchymatischen Horizontalplatten der Innenrinde markieren sich äußerlich auf den Fossilien wie bei *Sphenopteris elegans* (S. 475); auch die Außenrinde gleicht derjenigen der Stammorgane. — Nebenwurzeln fanden sich dem Stamm ansitzend, in einem Falle 3 in einer verticalen Reihe; sie scheinen ebenfalls zu dem Typus *Kaloxylon* zu gehören.

Die gegebene Beschreibung bezieht sich auf den Typus *H. Grievii* Will. Eine andere Species ist *H. tiliaeoides* Will. Das hier stärker entwickelte secundäre Bündelgewebe ist durch breite primäre Markstrahlen in sehr deutlich unterschiedene, einzelne Bündel geteilt, ebenso die Primärhadromstränge der Centralstele. Sklerotische Gruppen sind sowohl im Pericycle, als auch in der Rinde vorhanden, und die Blattspuren treten paarweise auf.

Da *Sphenopteris elegans* in demselben Horizont häufig ist, in dem *Heterangium Grievii* (nämlich im Culm und unteren produktiven Carbon) vorkommt, und sich die erstgenannte Art gerade durch die Horizontalstrichelung auf ihren Stämmen und Wedelstielen auszeichnet, so ist es recht wahrscheinlich, dass die beiden genannten Arten, worauf zuerst Kidston (Fructif. and intern. struct. of carbon. ferns 1889) aufmerksam gemacht hat, zusammengehören.

H. kommt vor im Culm bis zum Perm.

Megaloxylon Seward (Notes on the Binney collection of Coal-measure plants. Part. II. 1899). — Ähnlich *Heterangium*. Centralstele, (Metaxylem ohne Markkörper) bestehend aus großen, öfter breiter wie langen Hydroiden, zwischen denen sich ein dünnzellwandiges Parenchym befindet. Das Gewebe der Centralstele zeigte sich an dem untersuchten Exemplar in Diaphragmen gespalten wie bei dem Markkörper von *Cordaites*. Umgeben wird dieselbe von einigen Blattspuren aus gestreckten Hoftüpfelhydroiden und Amylom; das Protohydrom der Spuren aus Spiralelementen liegt ganz außen: die Blattspuren sind also hier »exarch« gebaut, im weiteren Verlauf aber, wie es scheint,

concentrisch. Sodann folgt im Stamm ein Secundärholz vom Typus *Lyginopteris*; die durch dieses laufende Blattspuren besitzen ein eigenes Secundärholz. Die Hydroiden der Blattspuren gehen allmählich in die Hydroiden des Metaxylems über. — Produktives Carbon (Flora 5 [IV]).

Calamopitys Unger 1856 non Will. Fig. 471. — Nach Solms-Laubach (Pflanzenreste des Unterculm von Saalfeld 1896) besitzt das bis 1,5 cm dicke Stämmchen einen mittelgroßen Markkörper, der von ca. 6 mehr oder minder ineinander verschmelzenden Leitbündeln umgeben wird, deren kleinste Elemente (Protohydroiden) im Centrum der Bündel liegen. Dann folgt ein mächtiger secundärer Holzkörper aus Hydroiden mit kreisförmigen Hoftüpfeln auf ihren Radialwandungen, der von Markstrahlen durchsetzt wird. Die Hydroiden der Primärbündel besitzen solche Tüpfel auch auf den Tangentialwandungen. Die Innenrinde ist parenchymatisch, während die Außenrinde der Längsachse parallel verlaufende Stereomplatten enthält. Auf solche Außenrinden ist die »Gattung«

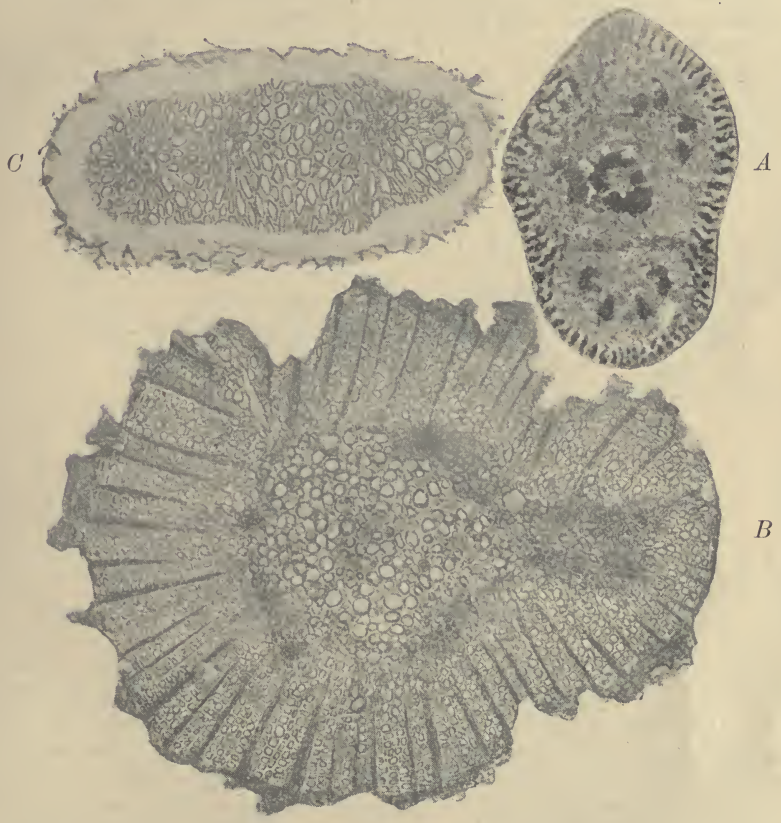


Fig. 471. *Calamopitys Saturni*. *A* Querschliff durch den Stengel mit Blattspuren, unten schon als Blattbasis individualisiert; schwach vergr. *B* Querschliff durch den Markkörper des Stämmchens mit Secundärholz, rechts eine Ausbuchtung als Vorbereitung einer Blattbasis. *C* Querschliff eines Blattspurbündels in seinem Verlauf durch die Stammrinde: Xylem mit 3 Protohydromgruppen, umgeben von dem nicht erhaltenen Leptom, sodann das angrenzende Grundparenchym. (*A* Original; *B* und *C* nach Solms.)

Sparganum Unger zum Teil gegründet. Die Blattspuren, in dem Holzring einbündelig, teilen sich beim Austritt aus dem Holz, also in der Rinde, wie bei *Lyginopteris* in zwei Bündel. Sie treten in sehr große Blattfüße ein, die sogar den Stamm an Größe übertreffen können. In den Füßen teilen sich die Blattspurbündel weiter, so dass hier bis 6 Bündel vorhanden sind. Die Spurbündel sind auf dem Querschliff kreisförmig bis mehr

oder minder elliptisch gestreckt und bestehen aus einem Xylem, das 2 oder 3 Protohydromgruppen umschließt Fig. 471 *C*, die etwas gegen die äußere Seite des Bündels verschoben sind. Auch die von Unger 1856 unter dem »Genus«-Namen *Kalymma* beschriebenen Blattfüße zeigen *Sparganum*-Structur. Die Wedelstiele waren verzweigt. — Die vermutlichen Wurzeln (*Rhizocalamopitys* Solms) haben ein triarches Centralbündel mit starkem, secundärem Holzkörper. — Devon, Culm (also Flora 1 u. 2).

Medulloseae.

Medullosa v. Cotta zum Teil 1832 (incl. *Colpoxylon* Brongn. und *Myelopitys* Corda). — Die säulenförmigen Stammreste zeigten einen Durchmesser von im Durchschnitt unter 1 dm, seltener sind solche von 15—20 cm, und nur einmal wurde einer von fast $^1/_2$ m Durchmesser gefunden; sie sind mit eng-spiralig gestellten mächtigen Blattfüßen besetzt. Wir besprechen die Gattung in 3 Gruppen mit der einfacheren und auch ältest-bekannten Form beginnend zu compliciertest gebauten fortschreitend.

1. *Medullosa anglica* Scott (M. a., a new representative of the Cycadofilices 1899 und Studies of fossil Botany 1900 p. 376 seq.), Fig. 472. — Stammdurchmesser 7—8 cm incl. der dicht spiral ansitzenden sehr großen Blattfüße von *Myeloxylon*-Bau, der unter 3. beschrieben ist. Stamm wie bei Farn polystel, gewöhnlich 3bündelig, jedes Bündel von unregelmäßig länglichem Querschliff und vom Bau des *Heterangium*-Bündels. Das Centrum

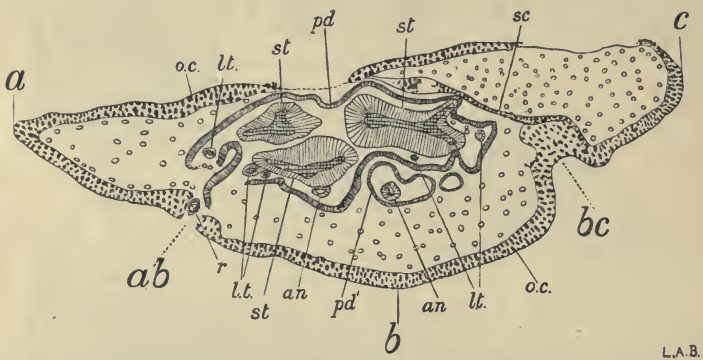


Fig. 472. *Medullosa anglica*. Stammquerschliff. *a*, *b* und *c* Blattbasen. *ab* und *bc* Stellung der nächst-oberen Blattbasen. *st* 3 Stammleitbündel. *lt* Blattspuren. *an* accessorische Holzringe. *pd* Periderm. *r* Adventivwurzel. *oc* Hypoderm. *sc* Sklerenchymbänder zwischen Stamm und Blattbasen. Wenig verkleinert. (Aus Scott's Studies.)

wird nämlich ganz vom Primärhadrom eingenommen: gehöft-getüpfelte Hydroiden mit Amylom. Das Protoxylem aus Spiral- und Treppennetzhydroiden tritt in jedem Bündel in mehreren Gruppen in der Nähe des Außenrandes des Primärxylems auf. Umgeben wird das letztere von einem continuierlichen Ring secundären Holzes mit auf den Radial-Wänden gehöft-getüpfelten Hydroiden oder wohl besser Stereohydroiden. Die von diesen Stammbündeln abgehenden Blattspuren sind ersteren ganz gleich, nur auf dem Querschliff von kreisförmiger Gestalt. Im Verlauf durch die Rinde verlieren die Blattspuren das secundäre Holz und lösen sich in zahlreiche collaterale Bündel auf, deren Protoxylem aus nur Spiral- und Treppenhydroiden zwischen Leptom und Hydrom liegt. Die Rinde enthält (Gummi-?) Kanäle. Die Stammbündel werden von einem gemeinsamen »Periderm« umgeben, das dieselben von der Außenrinde und den mit dieser verwachsenen mächtigen Wedelfüßen trennt. Wurzeln in Längsreihen zwischen den Wedelfüßen: Centralbündel triarch mit starkem, secundärem Holz. Die Beblätterung scheint zu *Alethopteris* (S. 496) zu gehören. — Unteres produktives Carbon (von Lancashire).

2. Ein zweiter Typus wird von der Untergattung *Colpoxylon* Brongn. (1849 S. 60 als Gattung) repräsentiert (vergl. Renault, Flore foss. d'Autun et d'Epinac 1896). —

Stämme mit nur einem großen Schlangenring (vergl. zur Terminologie den folgenden 3. Typus), der ein weit breiteres »Partialmark« aufweist, als ein solches bei dem 3. Typus vorkommt. In diesem sonst parenchymatischen Mark sind zerstreut Hydroidengruppen vorhanden. Gegen das eine Ende des untersuchten Exemplares teilt sich die Stele in 2. sodann in noch mehr, in 6 oder 7 Bündel, so dass *Colpoxylon* in den verschiedenen Stammteilen mono-, resp. polystel ist. Die Blattspuren im ganzen wie bei 3 sind collateral gebaut, in manchen der Blattfußbündel kommt sowohl centrifugales als auch centripetales Xylem vor, mit einem anderen Wort, diese Bündel sind dann diploxyl. — Perm.

Fig. 473. Stück des Querschliffs von *M. Solmsii* Schenk in $^2/_1$. *Rb* Rindenbündel, *b* und *St* Sternringe, *Pli* und *Pla* innere und äußere Plattenringe, *a* beginnende Ablösung eines Sternringes. (Nach Weber-Sterzel.)

3. Hauptlitteratur: J. T. Sterzel, Beiträge zur Kenntnis der Medulloseae. Nach Mitteilungen und älteren Abbildungen von O. Weber nachträglich bearbeitet. Ber. d. naturw. Ges. zu Chemnitz 1896. In dieser Arbeit ist die vorausgehende Litteratur zu finden. Vergl. ferner H. Graf zu Solms-Laubach, Üb. Medullosa Leuckarti. Bot. Ztg. 1897. — In die 3. Gruppe gehört das Gros der Medullosen: Fig. 473—479.

Die Fig. 473 und 474 bieten Teile von Querschliffsansichten durch Stammreste; sie zeigen, im Grundparenchym eingebettet, radiär-gebaute, sternförmige oder oblongplattenförmige, oder auch wellig-gebogene, concentrisch gelagerte Leitbündel, die man nach der erwähnten Querschliffsform als Stern-, Platten- und Schlangenringe unterscheidet. Jedes dieser Bündel besitzt nach allen Richtungen der Querschliffsfläche hin, also nicht nur nach außen (centrifugal), sondern auch nach innen hin (centripetal) und seitwärts Zuwachszonen von Secundärholz. Diese Zuwachszonen der Stern-, und Plattenringe umschließen ein sogenanntes »Partialmark«, das aber Spiral- und Netzprotohydroiden birgt, so dass es sich in diesem »Mark« um Primärbündelgewebe handelt: vergl. bes. Fig. 475. Durch das Auftreten der Plattenringe in einer bestimmten Zone wird ein Centralteil des Stammes, ein »Hauptmark«, »Centralmark«, von einer Rinde geschieden, welche beide (Rinde- und Centralmark) von Sternringen durchzogen werden.

Fig. 474. Ein Teil des Querschliffs von *M. stellata* Cotta in $^2/_1$. *St*, st_1 und st^2 Sternringe, *L* kugelige Hohlräume (mit Chalcedon erfüllt), *Pm* Partialmark mit Protohydroiden, *Shi* und *Sha* innere und äußere Secundärholzzone eines »Plattenringes«, *B* Phloëm-(Bast)-Zone desselben mit Skelettbündeln, *Sc* Skelettbündel. (Nach Weber-Sterzel.)

Bei älteren Stämmen, Fig. 477, ist das centrifugale Xylem weit mächtiger entwickelt als das centripetale, wodurch, abgesehen von noch anderen Eigentümlichkeiten, z. B. der Beschaffenheit der Stereohydroiden, Fig. 478 *A*, und Protohydroiden, Fig. 478 *B*, wenigstens eine Annäherung an das Verhalten bei Cycadaceenstämmen stattfindet. Seltener finden sich außen mehrere concentrisch aufeinander folgende, nur aus centrifugalem Holz bestehende Holzringe, wodurch die Annäherung an die Cycadaceen, wo

ein solches Verhalten charakteristisch ist, noch größer wird. — Im übrigen vergl. die Figuren und ihre Erklärung.

In den Rinden finden sich außer Leitbündeln Stereïdenstränge.

In seltenen Fällen haben sich noch in organischem Zusammenhang mit den Stämmen Blattstielbasen gefunden, deren Untersuchung zu der Einsicht geführt hat, dass die als *Myeloxylon* Brongn. 1849, *Palmacites carbonigerus* und *P. leptoxylon* Corda 1845, *Stenzelia* Göpp. 1864, *Myelopteris* Ren. 1874) beschriebenen Objecte Blattstiele von *Medullosa* sind (vergl. Solms 1887, S. 164, Schenk 1888, S. 45 und 1889, Sterzel-Weber 1896, S. 58). Auf dem Querschliff zeigen sie zerstreute, etwa wie bei den recenten Marattiaceen angeordnete collaterale Leitbündel, deren Querschnittsbau ebenso wie der der Skelettstränge und anderes aus der Fig. 479 und ihrer Erklärung für unseren Zweck zur Genüge hervorgeht. Besonders hervorgehoben sei das Vorkommen von centripetalem Xylem neben dem centrifugalem auch in den Blattstielen der Medullosen, jedenfalls von zwei Holzteilen, die durch Protohydroiden getrennt werden; wie in den Fällen 1—3 der Fig. 479, wo die mit »?« bezeichneten Zellen gewiss Hydroiden sind. Ein solcher »diploxyler« Bündelbau ist in Blattstielen von Pflanzen, die »Stern-« und »Plattenringe« in ihren Stämmen besitzen, leicht verständlich. In recenten Cycadaceenwedeln ist ein solcher diploxyler Bau ebenfalls vorhanden, ohne dass jedoch die Stämme Stern- und Plattenringe besäßen, so dass aber der Schluss nicht fern liegt, dass diese Eigentümlichkeit wiederum eine Verbindungsbrücke zu den Medullosen darstellt, und zwar durch die Erklärung des diploxylen Baues der Cycadaceenbündel als Erinnerungen an Stern- und Plattenringe bei den Vorfahren.

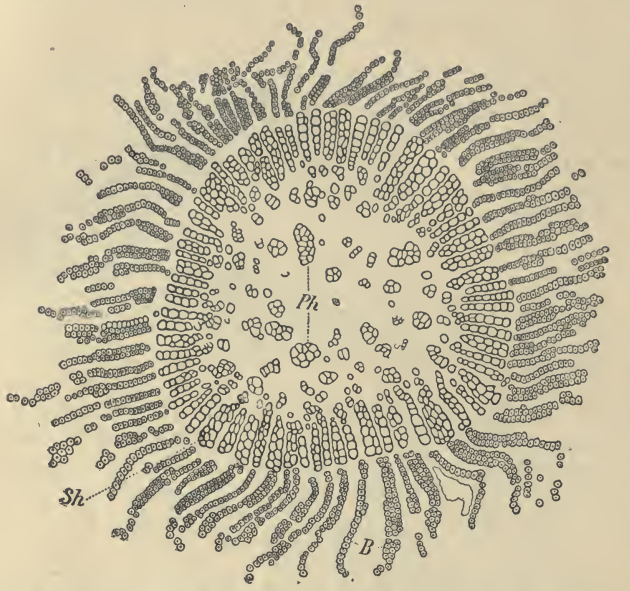


Fig. 475. Sternring aus dem Hauptmark von *M. Leuckartii* Göpp. et Stenz., stark vergrößert. *Ph* Protohydrom, *Sh* Secundärholz, *B* Skelettgewebe (Bast). (Nach Weber-Sterzel.)

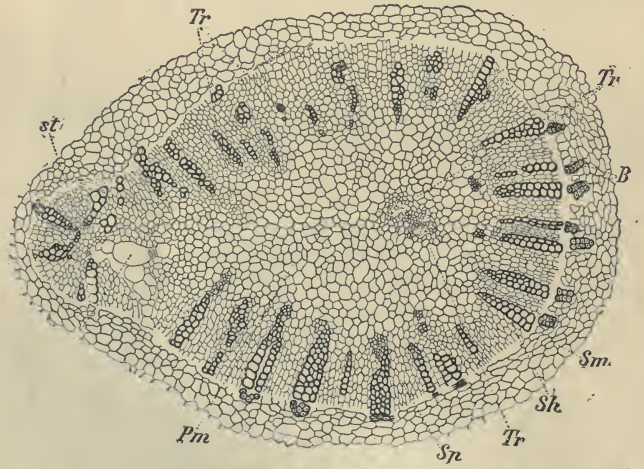


Fig. 476. »Sternring«-Querschliff aus dem Centralmark von *M. stellata* in 13/1. *Pm* Partialmark, *Tr* Primärhydroiden (Tracheïden), *Sh* Secundärholz, *B* Stereom (Bast), *Sp* Markstrahlen (Strahlenparenchym), *st* ein in Ablösung begriffener kleiner Sternring. *Sm* Parenchym des Hauptmarkes. (Nach Weber-Sterzel.)

Anm. Solms-Laubach macht in seiner »Einleitung« (1887, S. 262) über die Mettenius'schen Untersuchungen, in denen zum erstenmale die Diploxylität der Blattstielbündel der Cycadaceen mitgeteilt wird, ausdrücklich darauf aufmerksam, dass das Primärbündel im Stammabschnitt der Blattspur so gelegen ist, dass nur centrifugales Xylem vorhanden ist; verfolgt man die Blattspuren nach auf- und auswärts, so sieht man den Primärteil allmählich nach außen rücken, bis er die für die Blattbündel charakteristische Lage zwischen einem äußeren und inneren Xylemteil erreicht hat. »Auf dem einzelnen

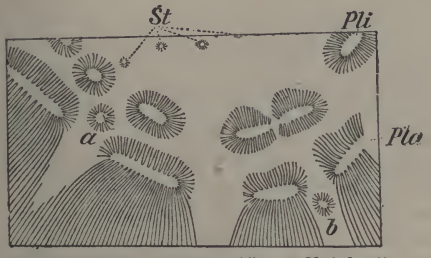


Fig. 477. Stück des Querschliffs von *M. Solmsii* Schenk in $^2/_1$. *St* Sternringe, *Pli* und *Pla* innere und äußere Plattenringe, *a* und *b* von den inneren Plattenringen abgezweigte Sternringe. (Nach Weber-Sterzel.)

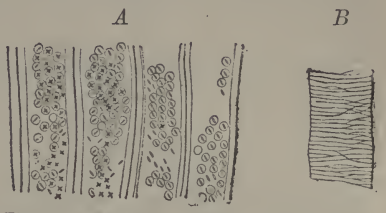


Fig. 478. *Medullosa stellata*. *A* Radialschliff durch Secnndärholz (Stereohydroiden), stark vergr. — *B* Proto-(Primär-)hydroide, stark vergr. (Nach Weber-Sterzel.)

Querschnitt treten jetzt freilich 2 Holzteile hervor, die indessen durchaus nichts wesentlich Differentes darstellen, unterwärts seitlich zusammenhängen und zusammen den einheitlichen Holzstrang des Bündels bilden, in welchem nur die Verschiebung der Initialgruppe eine unbedeutende Veränderung hervorgerufen hat.« Es ist aber zu bemerken, dass dieses thatsächliche anatomische Verhalten keinerlei Widerspruch mit der oben von mir ausgesprochenen

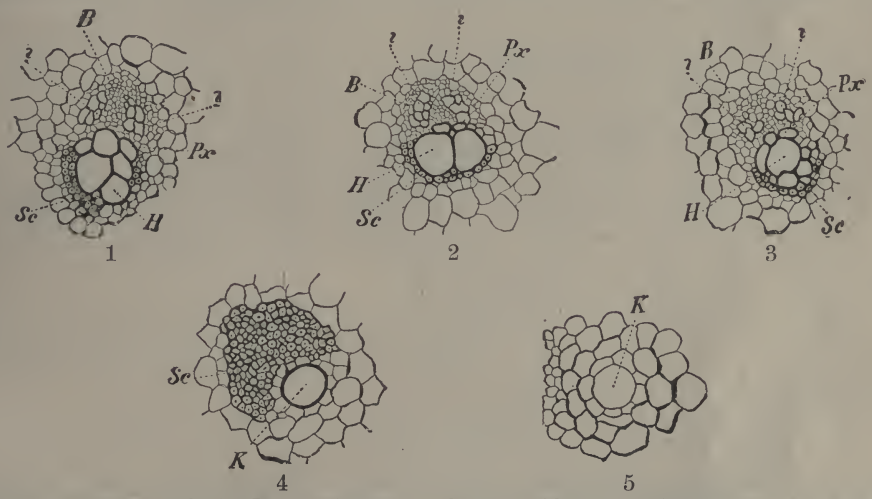


Fig. 479. *Myeloxylon Landriotii* (Ren.) stark vergr. 1, 2 und 3 Leitbündel, 4 »Gummi«-Kanal *K* mit Skelettbündel *Sc*, 5 ein solcher ohne Skelett; es bedenten *H* Hydroiden, *Px* Protohydroiden (Protoxylem), *Sc* Skelettzellen, *B* Phloëmteil, ? centrifugales Hydrom, *K* Kanäle. (Nach Weber-Sterzel.)

Vermutung, die dieses Verhalten phylogenetisch zu erklären versucht, bietet. Zeigt ein Organ in seinem Bau Abweichungen von dem üblichen Verhalten, wie hier die Blattleitbündel der Cycadaceen, so drängt sich die berechtigte Frage, wie die Abweichung zu erklären, (d. h. mit sonstigen Thatsachen in Beziehung zu setzen) sei, ohne weiteres auf. Die Erklärung, die hier gegeben wird, fasst also die Thatsache, dass der eine Teil des Xylems in den Blättern der Cycadaceen sich centripetal entwickelt, auf als bedingt durch die Blutsverwandtschaft mit Pflanzen, die in Stämmen Bündel wie die Medullosen hatten, entgegen etwa der Meinung die man aus Solms' Worten herauslesen könnte: das Protohydrom sei im Laufe der Generationen »nach außen gerückt.« Der Unterschied beider Auffassungen beruht darin,

dass ich morphologisch den centrifugalen Xylemteil der Cycadaceenblätter herleite aus den centrifugalen Teilen in den Stämmen, den centripetalen hingegen aus einem in der Vorfahrenreihe der Familie vorhanden gewesenen centripetalen Teil in den Stämmen, wofür eben das Verhalten bei den Medullosen spricht. Die Auffassung von Solms hingegen leitet sowohl das centrifugale als auch das centripetale Xylem her ausschließlich aus dem bei Cycadaceen allein vorhandenen centrifugalen Xylem der Stämme eben durch die Annahme einer Verschiebung des Protohydroms. — Das merkwürdige Verhalten im Dickenwachstum des Holzes der Cycadaceengattungen *Cycas* und *Encephalartos* würde sich bei der hier vorgeschlagenen Auffassung nun naturgemäß zu erklären haben als entstanden aus Plattenringen, deren Centripetalholz verschwunden ist. Man wird ohne weiteres einsehen, dass in diesem Verschwinden ein Fortschritt liegt, da das Dickenwachstum der Platten- und Sternringe nach allen Richtungen hin einer harmonischen Entwickelung eines Stammes, der sich selbst zu tragen hat, gegenüber der Dickenzunahme ausschließlich aus centrifugal zunehmenden Geweben Schwierigkeiten entgegensetzen muss. Dass man sich das Vorhandensein von centripetalem Xylem auch im Stamm bei den Vorfahren der Cycadaceen durch die Annahme ihrer Abstammung von kletterndem Farn erklären kann, wurde schon vorn (S. 781—782) angedeutet. Wie nun die phylogenetische Entwickelung von Stämmen, wie sie die Medullosen bieten, anzunehmen ist, darüber kann vorläufig nur die Vermutung ausgesprochen werden, dass es sich in den Stern- und Plattenringen morphologisch um Blattbasen handeln dürfte, die, mit secundärem Dickenwachstum begabt, durch im Laufe der Generationen erfolgte Verwachsung die Stämme gebildet haben. Vergl. S. 504 das über »Pericaulombildung« Gesagte.

Dass alle *Myeloxyla* zu *Medullosa* gehören, darf nun aber natürlich nicht ohne weiteres behauptet werden, da sehr wohl auch andere Pflanzengruppen Blattstiele vom *Myeloxylon*-Typus besitzen könnten; dann aber kommt der missliche Umstand hinzu, dass die in organischem Zusammenhang mit *Myeloxylon* constatierten spreitigen Teile keineswegs hinsichtlich ihrer systematischen Zugehörigkeit zweifellos sind. Mit diesem Vorbehalt lässt sich über die Beblätterung der Medullosen das Folgende sagen.

Dass die Blätter, die hier in Frage kommen, den Habitus großer geteilter Farnwedel oder den der farnähnlichen Wedel der recenten Cycadacee *Stangeria* gehabt haben, ist aus dem Durchmesser der *Myeloxyla* zu entnehmen; Renault hat überdies (Cours 1883, Taf. 28, Fig. 10) ein Exemplar mit einer Abzweigung bekannt gemacht. Er hat *Myeloxylon*-Spindelbau noch in Verbindung mit spreitigen *Alethopteris*- und *Neuropteris*-Teilen aufgefunden, und Grand' Eury findet außerdem *Odontopteris* in Zusammenhang mit *Myeloxylon*. Als zusammen vorkommend mit *Medullosa* sind nach Sterzel bemerkenswert Reste von *Callipteris* und *Taeniopteris* und schließlich auch *Pterophyllum*. Nach alledem wissen wir also genügend Sicheres über die Beblättterung der Medullosen und über die Beschaffenheit ihrer Fortpflanzungsorgane nicht.

Das Sichere, was wir über die Medullosen wissen, drängt vorläufig zu der Ansicht, dass sie eine Zwischengruppe zwischen Farn, speciell wohl *Marattiaceae* (die übrigens Luerssen bei ihren Abweichungen von den anderen Farnfamilien von den *Filices* abgetrennt hat) und *Cycadaceae* vorstellen.

Steloxylon Solms 1897. — Auch bei dieser auf *Medullosa Ludwigii* Göpp. und Leuckart gegründeten Gattung enthält der Stamm ein unregelmäßiges Netzwerk anastomosierender Stern- und Plattenringe mit secundärem Zuwachs wie bei den typischen Medullosen. Die Lagerung der Stern- und Plattenringe ist aber regellos durch das ganze Parenchym zerstreut. Die Plattenringe folgen mit ihrer Breitenerstreckung den Radien des Stammes, sich regellos zwischen die Sternringe einschiebend. Die Außenfläche des Stammes ist mit dicht gedrängten, regulären, schrägzeiligen Blattnarben besetzt, im Gegensatz zu den echten Medullosen mit ihren entfernt stehenden, riesigen, breitscheidigen, unregelmäßig abbrechenden Blattstielen. Bei *St.* ziehen horizontal durch die Rinde Auszweigungen des den Stamm durchziehenden Stelensystems in die Blattnarben, deren Bündel vollkommen den gleichen Bau wie im Stamm zeigen, also als normale Sternringe erscheinen. — Perm der Kirgisensteppe.

Cycadoxyleae.

Die Litteratur ist in Scott's Studies 1900 S. 361 ff. angegeben.

Die *C.*, von denen wir nur Stammreste mit erhaltener innerer Structur kennen, nehmen anatomisch eine Mittelstellung zwischen die *Lyginopterideae* und *Cycadales* ein. Die Größe der Reste erinnert an die Cycadaceenstämme. Die *C.* hat Renault (1896) aufgestellt, der auch die Medullosen dazu rechnet; nach der engeren Fassung Scott's (1900), der wir uns anschließen, würden bis auf weiteres die beiden Gattungen *Cycadoxylon* Ren. und *Ptychoxylon* Ren. hierher gehören.

Im Perm von Autun kommen neben Cycadoxyleenresten Wedel vom Cycadaceentypus und ein fertiler Rest vor, der vielleicht wie die Wedel zu den Cycadoxyleen gehört. Der fertile Rest wurde von Renault (Fl. f. d'Autun et d'Epinac 1896) als *Cycadospadix Milleryensis* beschrieben. Es handelt sich um eine Achse, der zerschlitzte spreitige Teile ansitzen, die unterseits (je zwei?) Samen tragen. Scott meint (Studies 1900 p. 372), dass es sich in dem ganzen Gebilde nicht um eine Blüte, sondern um ein einziges Sporophyll handeln könnte mit (je zwei?) Samen tragenden Blättchen.

Cycadoxylon Ren. (Bass. d'Autun et d'Epinac 1896). — *C. robustum* (Seward) Scott wurde von Seward (Contribution to our knowledge of Lyginodendron 1897) als *Lyginodendron robustum* beschrieben, vergl. auch Scott (Studies 1900 p. 361 seq.). Stamm mächtig, mit sehr dickem, secundärem Holzkörper ähnlich dem von *Lyginopteris*, d. h. die keilförmigen Holzteile durch breite Markstrahlen getrennt; auf den Radialwandungen mit gehöften Tüpfeln. Markkörper groß, an 3 Stellen ausgebuchtet, nämlich dort wo Xylemelemente (wahrscheinlich Blattspuren) durch den Holzkörper hindurchtreten, mit Gruppen sklerenchymatischer Zellen. Innen vom mächtigen Hauptholzring kommen schmalere Holzringe vor, die sich centripetal entwickelt haben (hier also das Xylem außen, das Phloëm innen); solche »anormalen« Holzringe können 2 vorhanden sein. Falls wie bei *Lyginopteris* Primärbündel vorhanden waren, müssen sie bei *C.* sehr reduciert sein. — Unteres prod. Carbon.

Fig. 480. *Ptychoxylon Levyi.* Stammquerschliff ohne Rinde. *x* und *ph* centrifugales Xylem und Phloëm, *x'* und *ph'* centripetales Xylem und Phloëm, *x''* und *ph''* innerste Zone aus centripetalem Xylem und Phloëm, *br* Astabgangsstelle. Etwas vergr. (Nach Renault, aus Scott's Studies.)

Cycadoxylon Fremyi Ren. l. c. 1896. — Der untersuchte Stammrest zeigt einen Durchmesser von 20—25 mm. Außen besitzt er eine Rinde u. a. mit »Gummi«-Kanälen. Dann folgt ein nicht unterbrochener Holzring, dessen Markstrahlen jedoch breiter sind wie die Holzkeile, die außen aus auf den Radialwandungen gehöft-getüpfelten Hydroiden, und innen zunächst aus Treppen-, sodann aus Spiralhydroiden zusammengesetzt werden. Der von diesem »normalen« Holzring umschlossene Teil enthält concentrisch zum ersten

und von diesem durch Parenchym getrennt 2 oder mehr weitere »anomale« und zwar centripetal entwickelte Holzringe (Phloëm also hier innen). — Perm (von Autun).

Ptychoxylon Ren. l. c. 1896. — Stammrest von 5—6 cm im Durchmesser mit spiral stehenden Blattnarben. Der Querschliffsbau wird durch unsere Fig. 480 wiedergegeben. Wir sehen im Grundparenchym mehrere concentrische Xylembänder verlaufen, die keine continuierlichen Holzringe bilden, und zwar befinden sich die Unterbrechungen an den Abgangsstellen der Zweige, resp. Wedel, hier biegen sich die äußeren Enden der Xylembänder, die aus centrifugal entwickeltem Holz bestehen, um und vereinigen sich mit den nächst inneren Bändern, die ebenso wie die eventuell in noch einem weiteren Kreise darauf folgenden Xylembänder centripetal entwickelt sind. Die Hydroiden sind gehöft-getüpfelt. — Perm von Autun.

Protopityeae.

Auf Grund des Baues von Stämmen (andere als Stammreste sind nicht bekannt), die teils *Filicales*-, teils *Gymmnospermen*-Charakter zeigen), hat H. zu Solms-Laubach (Culm von Glätzisch-Falkenberg II. 1893) eine besondere Familie, die der *Protopityaceae* aufgestellt. Es ist nur die eine Art *Protopitys Buchiana* Göpp. bekannt.

Das secundäre Holz sieht auf dem Querschliff mit seinen quadratischen oder unregelmäßig-polygonalen Tracheïden (Hydrostereïden), welche zu radialen Reihen geordnet sind, wie ein Coniferenholz aus, nur dass Jahrringe fehlen. Linien, die, oberflächlich gesehen, Jahrringe vortäuschen, sind hier wie auch in anderen Fällen paläozoischer Pflanzen nur durch 2 oder 3 der zwischen je 2 Markstrahlen gelegenen Holzkeile sicher zu verfolgen und kommen durch streckenweise Faltung und Schieflegung der Zellwände zustande. Die Hydrostereïden sind unter Schwund der Mittellamellen erhalten; die secundären Membranverdickungen sind meist vorhanden und auf den Radialwandungen mit breitgezogenen Tüpfeln bedeckt. Die letzteren halten für den ersten Blick in ihrem Bau so ziemlich die Mitte zwischen den normalen Hoftüpfeln der Coniferen und denen der Treppenhydroiden der Farne. Zumeist nimmt eine senkrechte Reihe der breitgezogenovalen, sich meist gegenseitig berührenden Tüpfel die ganze Breite der Wand ein, hier und da nur sind Doppelreihen vorhanden. Seltener sind Tüpfel von fast Kreisform. An Stellen, wo die Tüpfel besser erhalten sind, sieht man, dass die treppenförmigen Tüpfel nur Erhaltungszustände sind und durch Verlust der überwölbenden Tüpfelhofdächer zustandekommen, denn in Wirklichkeit sind die Mündungskanäle des Tüpfels schmale, lange Spalten, die wie gewöhnlich schräg zur Längsachse der Zelle orientiert und gegenläufig sind. — Zwischen diesen Elementen treten ziemlich zahlreiche, 1—2 reihige Markstrahlen hervor, deren Zellen in Richtung des Radius gestreckt sind. Auf den Tangentialschliffen sind die Markstrahlen niedrig und »fischbauchförmig«; sie sind in der Richtung der Stammlängsachse ein- bis wenigzellig, »ein- oder wenigstöckig«, zumeist auch einschichtig oder doch höchstens in ihrer Mitte zwei- bis dreischichtig, acht- bis zehnstöckige kommen, wenn überhaupt, nur als äußerst seltene Ausnahmen vor. Sie unterbrechen in regelmäßiger Weise die senkrechten Tüpfelreihen der Hydrostereïden. Nur ein Schliff ließ auf den an die letzteren angrenzenden radialen Markstrahlenzellen große, kreisförmige bis unregelmäßig kreisförmige Tüpfel erkennen. — Das Centrum der *Protopitys*-Stämme wird von einem geschlossenen Leitbündel eingenommen, das, inmitten markartig, parenchymatisch, an der Peripherie von einer zusammenhängenden Schicht von regellos gelagerten Hydroiden von unregelmäßig polygonalem Querschnitte, mit typischen Treppenverdickungen umgeben wird, welche alle Markstrahlen des Secundärholzes abschneiden, so dass also nirgendwo die Markstrahlen mit dem Centralparenchym in Verbindung treten, die samt und sonders erst mit dem secundären Zuwachs entstanden sind. Das Centralbündel ist auf dem Querschliff elliptisch und läuft jederseits am Ende der langen Achse in einen Vorsprung aus. Die Hydromhülle des centralen Parenchyms nimmt, im allgemeinen nur ein- bis dreizellschichtig, gegen die beiden Vorsprünge hin an Mächtigkeit zu, und hier mischen sich zwischen die Hydromelemente Parenchymzellen

von dem Verhalten des Holzparenchyms bei. Die Anschwellungen der Hydromhülle in den beiden Vorsprüngen erscheinen auf den verschiedenen Schliffen verschieden. Einmal sieht man diese Hülle einfach zu einer mächtigen und continuierlichen, localen Verdickung anschwellen; ein andermal erscheint der Hydromring geöffnet, die Verdickung von ihm gelöst, die dann ein besonderes Leitbündel darstellt, und endlich sieht man dieses Bündel sich gabeln, gegen außen verlaufen, offenbar zu Blättern ausbiegend. Im ersten Falle wären die ausbiegenden Bündel unter, im zweiten Falle in und im dritten über ihrem Ansatzpunkt an den Centralcylinder durchschliffen. Da in allen Schliffen desselben Stengel- oder Stammteiles das elliptische Centralbündel gleich orientiert ist, und demnach die Blattspuren alle in derselben senkrechten Ebene liegen, war die Blattstellung eine zweizeilige, und zwar eine alternierend zweizeilige wie bei *Megaphyton*. Die Blattspuren verlaufen ziemlich steil, schräg ansteigend nach auswärts; über denselben weist die Hydromhülle je eine kleine, parenchymerfüllte Unterbrechungsstelle auf, die sehr bald (wenn wir weiter aufwärts gehen) durch je einen Vorsprung nach innen an den beiden Rändern der durchbrochenen Hydromhülle wieder geschlossen wird. In den den Verschluss bewirkenden localen Verstärkungen scheinen die Protoxylemelemente der ganzen Trachealhülle zu liegen, soweit man dies wenigstens aus Gruppen englumiger Elemente, die die nach innen vorspringenden Ecken der beiderseitigen Vorsprünge einnehmen, schließen kann. — An einem Stammstückchen mit einem Zweigstummel konnte festgestellt werden, dass die elliptischen Centralbündel von Mutter- und Tochterglied um einen Winkel von etwa 30° divergierten. — Die sehr selten erhalten gebliebene Rinde ließ Lagen von Steinzellen erkennen, von denen meist nur die Mittellamellen erhalten sind, und damit abwechselnd schmale Streifen zerdrückten Gewebes, welches aus langen Röhren besteht. — Da die Blattspuren schon unmittelbar an ihren Ursprungsorten gegabelt sind, wird man mit der Annahme weiterer Verzweigung im Blatt kaum fehl gehen, vielleicht war letzteres farnwedelartig reich-gegliedert. — Trotz der Ähnlichkeit von *Protopitys* mit *Lyginopteris* sind die Unterschiede doch so groß, dass eine neue Familie unerlässlich ist, eine Familie, welche die Schar von exstinkten Typen vermehrt, die zwischen den Charakteren der Filices und Gymnospermen vermitteln und also Descendenten einer beiden gemeinsamen Urgruppe nach verschiedenen Richtungen darstellen könnten. — Culm von Glätzisch-Falkenberg in Schlesien.

Araucarioxyla.

D. H. Scott beschreibt 2 Arten von *Araucarioxylon* Kraus, die nach ihm (The primary structure of certain palaezoic stems referred to Araucarioxylon 1900) Mittelbildungen zwischen gewissen *Cycadofilices* und den *Cordaïtaceae* sind. Sie sind bemerkenswert durch das Vorhandensein besonderer Leitbündel mit primärem Xylem in dem Markkörper. Bei der einen Art, *Araucarioxylon fasciculare* Scott, ist der Markkörper klein, aber die in Rede stehenden Leitbündel sind groß, am größten dort, wo sie zu Blättern ausbiegen; sie besitzen mesarchen Bau und erinnern sehr an die entsprechenden Bündel von *Lyginopteris Oldhamia*. Das Secundärholz zeigt Markstrahlen u. s. w. wie eine Araucariee. Die andere Art ist identisch mit *A. antiquum* Witham. — Untercarbon.

Reste besonders zweifelhafter systematischer Stellung.

Noeggerathia Sternb.*). — Unter dem Namen *Noeggerathia foliosa* Sternb. sind »Wedel« beschrieben worden, Fig. 481, deren oberer Teil fertil, deren unterer steril ist; der fertile hat die Gestalt einer Ähre oder besser einer Lycopodiaceenblüte. Die den Blütenblättern entsprechenden *Noeggerathia*-Fiedern tragen auf ihrer Oberseite je mehrere »Sporangien«, in denen »Sporen« gefunden wurden. Diese fertilen Fiedern sind wie die schiefinserierten sterilen Fiedern zweizeilig. Die sterilen Fiedern sind groß, am Gipfel

*) Die *Cordaites*-Blätter, die vielfach von den Autoren als *Noeggerathia* bezeichnet worden sind, haben mit dieser Gattung nichts zu thun.

feingezähnelt und abgerundet, gewöhnlich ganz, zuweilen (*N. intermedia* K. Feistm.) fein- bis etwa $^1/_3$-geschlitzt. Eine Mittelader fehlt; die Adern sind fein, engstehend.

Wäre von *Noeggerathia* nur der fertile Wedelteil bekannt, so würde man ihn zweifellos als Blüte beschreiben, also als Spross, bei dem dann die Fiederchen als Sporophylle gelten

Fig. 481. *Noeggerathia foliosa* Sternb. aus den Radnitzer Schichten von Rakonitz. *A* oberer fertiler, *B* unterer steriler Wedelteil, etwas verkleinert, *C* obere Fläche einer Fieder aus dem fertilen Teil mit 3 Sporangien, im übrigen mit den Ansatzstellen derselben, natürl. Größe, *D* zwei Sporangien in $^3/_1$ mit Sporen, darunter 2 Sporen stärker vergrößert. (Nach Stur.)

würden. Ich selbst fasse in theoretisch-morphologischer Beziehung den *Noeggerathia*-»Wedel« als ein Mittelding, eine Übergangsbildung zwischen Spross und Blatt auf. Ein absoluter, unüberbrückbarer Unterschied kann ja zwischen Spross und Blatt nicht vorhanden sein; die Thatsachen führen vielmehr zu der Annahme, dass die Blätter im Verlauf der Phylogenesis der Pflanzen aus Thallusverzweigungen hervorgegangen sind, wie die Algen mit solchen Übergangsbildungen veranschaulichen. Eine Verzweigung

von Blättern, wie bei *Noeggerathia* die Fiederung, ist daher keineswegs in absolutem Sinne verschieden von einem beblätterten Spross. Ob *Noeggerathia* besser zu den Farn gestellt wird oder mit den Cycadaceen größere Verwandtschaft zeigt, ist, wie überhaupt bei solchen abweichenden Formen, die Mittelbildungen vorstellen, schwer zu entscheiden. Die Angabe: die Gattung sei wegen der »Sporen« in den Sporangien ein Farn, hat wenig Bedeutung, da diese Sporen doch Pollenkörner sein können. Wenn man nun einwendet: die Pollensäcke der Cycadaceen sitzen aber auf den Unterseiten der Staubblätter, so ist zu erwidern, dass das gleiche mit ganz verschwindenden Ausnahmen auch für die Sporangien der Farne zutrifft. Schließlich bedeutet auch die Auffassung der Noeggerathienreste als sprossförmige Wedel gegenüber der Thatsache, dass die Cycadaceenblüten Sprosse sind, wie erwähnt, keinen principiellen Unterschied, wie er freilich durch die Gewohnheit, Blatt und Spross als unüberbrückbar anzusehen, angenommen wird. Zahlreiche als Cycadaceenwedel beschriebene Reste, wie *Plagiozamites* Zeill. des Rotliegenden und besonders Gattungen des Mesozoicums, erinnern durch die quere bis schiefe Insertion und Zähnelung bis Lappung der Fiedern an *Noeggerathia*. — Mittleres und namentlich oberes produktives Carbon.

Blechnoxylon R. Etheridge. — Der Autor dieser Gattung beschreibt (On a fern (Blechnoxylon talbracarense), with secundary wood. Sydney 1899) einen Rest, der — da höhere Gruppen aus dem Horizont, aus dem er stammt, nicht bekannt sind — nur an die Farn angeknüpft werden kann; er zeichnet sich durch secundäres Holzdickenwachstum aus. Es ist eine dünne Achse mit großem Markkörper, der von einem dicken Ring von secundärem Holz umgeben wird; der nähere anatomische Bau ist vor der Hand unbekannt. Die Blätter sind klein, einfach lanzettlich-zungenförmig und fiederaderig; sie stehen wie die Blätter eines Wirtels dicht-gedrängt zusammen. An dem von E. abgebildeten Rest werden 2 solcher Wirtel durch ein langes Indernodium voneinander getrennt. — *Glossopteris*-Facies von Neusüdwales (coal measures of the Talbragar district).

Calamariopsis (= *Calamopsis* Solms 1896, S. 86 non Heer*). — Stammreste von 15—18 mm Durchmesser. Markkörper winzig, auf dem Querschliff umgeben von etwa 12, schwach voneinander geschiedenen, keilförmigen secundären Holzkörpern, die einen dicken Holzring bilden. Das die innersten Spitzen der Holzkeile einnehmende Protoxylem (ohne Carinalhöhle) aus kleinen (immer auf dem Querschliff) kreisförmigen Zellen gebildet. Das secundäre Holz aus Treppenhydroiden zusammengesetzt, die in radialer Richtung etwas verlängert sind. Markstrahlen, weder primäre, noch secundäre mit Bestimmtheit zu finden. Die Innenrinde besteht aus ordnungslos gelagerten Parenchymzellen, darauf folgt nach außen eine mächtige Lage quadratischer und in Richtung des Stammradius verlängerter radialer Parenchymzellreihen, so dass es sich also um eine Rinde mit nachträglichem Dickenwachstum handelt. Außen abgeschlossen werden die Reste von einer dünnen Lage tangential gestreckter Parenchymzellen. — Auszweigungen (Wurzeln?) der Stammreste zeigen im Centrum auf dem Querschliff einen breiten Holzfächer aus Treppenhydroiden.

Bemerkenswert ist an dem Rest und für die Pteridophytennatur derselben sprechend die reiche Entwickelung von Treppenhydroiden. — Unterculm (von Saalfeld in Thüringen).

Poroxylon Renault 1879: Tige de la flore carbonifère (weitere Litteratur Bertrand et Ren., Les Poroxylons 1886, Renault, Bass. h. d'Autun et d'Epinac 1893 und 1896 p. 279). — Schmale Stammreste mit sehr locker spiral gestellten Blättern, die nach den mit den ersteren zusammen gefundenen, wenn auch nicht mehr in organischem Verband

*) Heer hatte gefiederte Blätter aus dem Tertiär mit *Calamus* verglichen und diese Reste mit dem Gattungsnamen *Calamopsis* belegt, später hat dann Solms l. c. Reste, die er mit Calamariaceen verglich, als *Calamopsis* bezeichnet, und von diesen ist in Obigem die Rede, die ich — um dem Dilemma zu entgehen, ganz heterogene Objekte mit demselben Gattungsnamen zu belegen — in möglichster Anlehnung an den Solms'schen Namen als *Calamariopsis* bezeichne.

befindlichen Resten, einfach (wie bei gewissen Cordaitaceen) und gestielt und mit reicher Paralleladerung vesehen waren, die anatomisch derjenigen der Cycadaceen entspricht. Stammquerschliffe zeigen einen großen Markkörper, der von einer größeren Zahl auffälliger Primärbündel umgeben wird, die sich in secundäres Holz fortsetzen. Innenrinde parenchymatisch mit »Gummi«-Kanälen wie im Mark, Außenrinde durch radial-stehende Platten aus Stereïden gefestigt. Der Querschliff erinnert also sehr an den von *Lyginopteris*, jedoch sind die Primärbündel bei *P.* zahlreicher. Die Blattspuren teilen sich nach einer Strecke in 2 Bündel, die sich nicht wieder vereinigen; diese besitzen jedes 2 Protohydromgruppen, mit daran sich schließendem, centripetalem Xylem. Auf der anderen Seite der Protohydroiden ist ein secundärer Holzkörper mit genetischen Zellreihen vorhanden, der durch ein parenchymatisches Gewebe von den ersteren getrennt wird. Die Protohydroiden haben spiralige, die sich daran schließenden Hydroiden leiterförmige und die innersten centripetalen Hydroiden gehöft-getüpfelte Aussteifungen resp., Verdickungen. Das Secundärholz mit Markstrahlen ist auf den Radialwandungen gehöft-getüpfelt. — Wohl zu *Poroxylon* gehörige Wurzeln zeigen im Centrum ein diarches, manchmal tetraches Bündel, das von Secundärholz umgeben wird. — Oberes produktives Carbon (Grand-Croix) und Perm (Autun).

Dolerophyllum Saporta (*Doleropteris* Grand'Eury 1877 p. 194) wurde schon in den Nat. Pflanzenfam. II. p. 27 erwähnt. — Es handelt sich um cyclopteridische Blätter, die, wie die Blätter einer Zwiebel sich umfassend, große, eiförmige, spitze Knospen bilden, die also von *Filicales*-Knospen mit ihren eingerollten jungen Wedeln stark abweichen. Am Grunde sind die Blätter ausgebuchtet. Die Spreite wird von parallel-fächerig, sich gabelnden, durchweg gleichartigen Arten durchzogen, zwischen denen eine feine Längsstrichelung bemerkbar ist (»falsche Aderung«), die Gummikanälen entsprechen soll. Soweit sich die Anatomie eruieren ließ, zeigten die Blätter mit ihren diploxylen Bündeln Ähnlichkeit mit denen der *Cordaitaceae*. In Gemeinschaft mit diesen Resten finden sich Blätter, die äußerlich wie die beschriebenen aussehen, aber viel kleiner sind (vergl. z. B. das sterile Blatt von ca. 2 dm und die fertilen von rund 3 : 4 cm Durchmesser bei Grand' Eury, Gard. (1890 erschienen 1892) Taf. VIII Fig. 1 u 2), deren Parenchym zahlreiche gestreckte Kämmerchen aufweist, in denen große elliptische und mit je zwei genäherten Längsfurchen versehene vielzellige »Pollenkörner« zu bemerken sind. Renault hat ähnliche Körner in den Pollenkammern verkieselter Samen beobachtet. Sonst ist über die weiblichen Organe von *Dolerophyllum* nichts bekannt. Vielleicht wird man diese Gattung schon wie die Cordaitaceen zu den Gymnospermen rechnen können. Das Auftreten der »Pollen«-Kämmerchen auf den Blattflächen erinnert noch sehr an die Trophosporophylle der *Filicales* (vergl. außer den genannten auch die Figuren auf Taf. LXXII in Renault's Bass. houiller et permien d'Autun et d'Epinac. Paris 1893). — Oberes produktives Carbon und Rotliegendes.

Nachträge, Zusätze und Verbesserungen zu Teil I. Abteilung 4.

(Abgeschlossen im November 1901.)

S. 282 bei der Überschrift Pterideae-Adiantinae ist IV. 3 in VI. 3 zu ändern.
S. 287 bei der Überschrift Pterideae-Pteridinae ist IV. 4 in VI. 4 zu ändern.

Marattiaceae (Bitter).

S. 422 bei **Wichtigste Litteratur** füge hinzu: Systematik und Geographie: Christ, Fougères de Mengtze (Bull. Herb. Boiss. T. VI, p. 973, T. VII, p. 19ff.).

S. 423. Morphologie und Anatomie: Bower, Studies in the morphology of spore-producing members. III. Marattiaceae. Phil. Transact. Royal Soc. London Ser. B, Vol. 189. 1897. — Shove, On the structure of the stem of Angiopteris evecta. Ann. of Bot. Vol. XIV, p. 497.

S. 427 zwischen Zeile 27 und 28 von oben füge ein:

Die Wurzeln entspringen bei Angiopteris gewöhnlich an den Anastomosenstellen der Stammbündel.

Nach Miss Shove fehlten bei einer von ihr untersuchten *Angiopteris*-Form die bei anderen Angehörigen derselben Gattung vorkommenden Luftwurzeln ganz, es waren nur Erdwurzeln vorhanden. Die letzteren haben 10—13 Protoxylemgruppen, und ihre Xylemelemente verholzen bis ins Centrum der Wurzel, die Luftwurzeln dagegen zeigen 18—20 Protoxylemgruppen und Verholzung nur in den äußersten Teilen des Xylems.

S. 428 zwischen Zeile 8 und 9 von oben füge ein:

Der Stamm von *Angiopteris* ist mehrfach dorsiventral beobachtet worden: Mettenius, Shove. Die Wurzeln entspringen dann fast nur unterseits.

S. 428 Zeile 10 von oben hinter »Mettenius« füge an:

»und Sachs«.

S. 428 hinter Zeile 27 von oben:

Nach Miss Shove entspringen die Blattspurbündel bei *Angiopteris* nur aus den peripheren Stammbündeln, während Mettenius angiebt, dass auch die innere Bündelzone dabei beteiligt ist.

S. 429 zwischen Zeile 15 und 16 von oben füge ein:

Eine genauere Beschreibung der eigenartigen Doppelkammerbildung der Marattiaceen-Stipulae mit Abbildungen in Sachs, Lehrb. d. Botanik IV. Aufl. p. 412.

S. 435 hinter Zeile 13 füge ein:

In seiner ausführlichen Arbeit (Phil. Transact. R. Soc. London Ser. B. Vol. 189) sucht Bower die schon 1896 ausgesprochene Ansicht, betreffs der Bildung der Marattiaceensporangien durch Septierung an der Hand zahlreicher Abbildungen zu erhärten. (Siehe dazu das p. 463 unten über die Ophioglossaceen Gesagte).

Ophioglossaceae (Bitter).

S. 449 ergänze bei **Wichtigste Litteratur:**

Systematik und Geographie: Levier, Di alcuni Botrychium rari della flora italiana. Boll. Soc. bot. ital. 1900 No. 3, p. 133. — Underwood, American Ferns I. The ternate species of Botrychium. (B. Torr. Bot. Club. XXV, p. 521—541. — Eaton, Botrychium tenebrosum n. sp. (The Fern Bulletin. 1899).

Entwicklungsgeschichte: Brodtmann, Über die Funktion der mechanischen Elemente beim Farnsporangium und bei der Anthere. Diss. von Erlangen 1898.

Biologie: Lüstner, Beiträge zur Biologie der Sporen. Diss. von Jena 1898.

S. 463 zwischen Zeile 7 und 8 von unten füge ein:

In seiner sorgfältigen Studie über die Öffnungsmechanismen der Farnsporangien hat Brodtmann auch die Verhältnisse bei Ophioglossaceen und Marattiaceen berührt. Bei beiden Familien ist nur ein einfaches Öffnen und Schließen ohne Schnellbewegungen zu beobachten, es kommt infolge der hygroskopischen Eigenschaften der dabei beteiligten, nicht verdickten Zellwände zustande.

S. 464 hinter Zeile 36 von oben füge an:

Eine biologische Bedeutung hat Lüstner in der verschiedenen Ausbildung der Sporenmembran festzustellen gesucht: die hypogäisch keimenden Sporen von *Helminthostachys* und *Ophioglossum vulgatum* sind mit einer unbenetzbaren Netzleistenmembran ausgerüstet, die erst in den tieferen Bodenschichten durch Abreiben benetzbar werden soll. *Ophioglossum pendulum* hat wie verschiedene epiphytische Lycopodien und wie *L. Selago* Tüpfelsporen, die leicht benetzbar sind und auf den Baumrinden keimen.

S. 468, Zeile 7 von unten hinter »Japan« einzufügen: China.

S. 469, Zeile 17 von oben hinter »Indien« füge ein: China, Mengtze (Christ, Bull. Herb. Boiss. VI, p. 973).

S. 470, Zeile 5 von unten nach *Ternata* Prantl: Underwood hat eine eingehende Revision der Nomenklatur und der Speciesbegrenzung der *Ternata*-Gruppe vorgenommen, das Resultat sind verschiedene Namenänderungen sowie die Aufstellung neuer Arten. Er erkennt folgende 14 Formen an: (bei den in unserer Darstellung, S. 470, 471 nicht behandelten, sowie bei einigen anderen, über die unsere Kenntnis bezüglich ihrer geographischen Verbreitung ergänzt worden ist, setzen wir den Wohnort hinzu). *B. ternatum* (Thunb.) Sw., *B. matricariae* (Schrk.) Spr., *B. biternatum* (Lam.) Und. (Südcarolina, Georgia, Florida, Alabama, Louisiana), *B. dissectum* Spr. (New-York bis Ohio, südl. Indiana, Kentucky, Neuengland-Staaten, Essex, Massachusetts), *B. australe* R. Br. (vergl. auch Britton in Journ. of Bot. XXXVI, p. 491), *B. obliquum* Mühl. (statt »westl. Vereinigte Staaten« setze »selten westl. vom Mississippi«), *B. silaifolium* Presl, *B. daucifolium* Hook. et Grev. (streiche »Japan«, füge hinzu »Samoa, Gesellschaftsinseln«), *B. decompositum* Mart. et Gal. (Mexiko), *B. subbifoliatum* Brack., *B. biforme* Colenso (Neuseeland), *B. Coulteri* n. sp. (Wyoming: Yellowstone Park, Idaho), *B. occidentale* n. sp. (Westamerika: Washington, Britisch Columbien), *B. japonicum* (Prtl.) Und. = *B. daucifolium* β. *japonicum* Prtl. (Japan). Es bleibt nach Underwood's eigenem Zugeständnis eine Anzahl außerhalb der Vereinigten Staaten vorkommender nord- und südamerikanischer Formen der weiteren Untersuchung bedürftig.

S. 471, Zeile 3 von oben hinter »Himalaya« füge ein: China, Mengtze (nach Christ, Bull. Herb. Boiss. VII, p. 21).

S. 471, Zeile 5 von unten hinter »Ceylon« füge an: Mengtze, China (Christ, Bull. Herb. Boiss. VI, p. 973).

S. 472 zwischen Zeile 19 und 20 von oben füge ein: Eine Arbeit von A. A. Eaton (in »The Fern Bull.« 1899), in der eine neue Species, *Botrychium tenebrosum* (Wohnort: New-England) beschrieben wird, ist mir nicht zugänglich gewesen.

S. 515 der Überschrift Sphenophyllales ist II. vorzusetzen.

S. 520 der Überschrift Equisetales ist III. vorzusetzen.

S. 563 bei der Überschrift Lycopodiales ist III. in IV. zu ändern.

Register

zur 4. Abteilung des I. Teiles:

Bothrodendraceae (S. 739—740) von **H. Potonié**; **Calamariaceae** (S. 551—558) von **H. Potonié**; **Cyatheaceae** (S. 113—139) von **L. Diels**; **Cycadofilices und Reste besonders zweifelhafter systematischer Stellung** (S. 780—798) von **H. Potonié**; **Equisetaceae** (der Jetztwelt) (S. 520—548) von **R. Sadebeck**; **Fossile Equisetaceae** (S. 548—551) von **H. Potonié**; **Über die fossilen Filicales im Allgemeinen und die Reste derselben zweifelhafter Verwandtschaft** (S. 473—515) von **H. Potonié**; **Gleicheniaceae** (S. 350—356) von **L. Diels**; **Hymenophyllaceae** (S. 91—112) von **R. Sadebeck**; **Anhang** (S. 112—113) von **L. Diels**; **Isoëtaceae** (der Jetztwelt) (S. 756—779) von **R. Sadebeck**; **Lepidodendraceae** (S. 717—739) von **H. Potonié**; **Lycopodiaceae** (S. 563—606) von **E. Pritzel**; **Fossile Lycopodiaceae** (S. 715—717) von **H. Potonié**; **Marattiaceae** (S. 422—449) von **G. Bitter**; **Marsiliaceae** (S. 403—421) von **R. Sadebeck**; **Matoniaceae** (S. 343—350) von **L. Diels**; **Ophioglossaceae** (S. 449—472) von **G. Bitter**; **Osmundaceae** (S. 372—380) von **L. Diels**; **Parkeriaceae** (S. 339—342) von **L. Diels**; **Pleuromoiaceae** (S. 754—756) von **H. Potonié**; **Polypodiaceae** (S. 139—339) von **L. Diels**; **Protocalamariaceae** (S. 558—562) von **H. Potonié**; **Psilotaceae** (S. 606—610) von **E. Pritzel**; **Fossile Psilotaceae** (S. 620—621) von **H. Potonié**; **Salviniaceae** (S. 383—402) von **R. Sadebeck**; **Schizaeaceae** (S. 356—372) von **L. Diels**; **Selaginellaceae** (S. 621—715) von **G. Hieronymus**; **Fossile Selaginellaceae** (S. 715—716) von **H. Potonié**; **Sigillariaceae** (S. 740—753) von **H. Potonié**; **Sphenophyllaceae** (S. 515—519) von **H. Potonié**.

(Dieses Abteilungs-Register berücksichtigt die Familien und Gattungen, sowie deren Synonyme; die Unterfamilien, Gruppen, Untergattungen und Sectionen werden in dem zuletzt erscheinenden Generalregister des I. Teiles aufgeführt.)

Die Fossilen sind mit einem * bezeichnet.
Die halbfetten Ziffern geben die Seiten an, mit denen die nähere Beschreibung einer Familie, bezw. Gattung beginnt.

Abacopteris Fée (Syn.) 167.
*Acrocarpus **112**, 490, 496, 512.
Acrophorus 159, 163, **164**.
—— Moore (Syn.) 208.
Acropteris Fée (Syn.) 233, 288.
—— Link (Syn.) 233.
*—— Schenk (Syn.) 512.
*Acrostichites Goepp. (Syn.) 475, **495**.
*Acrostichophyllum 512.
*Acrostichopteris Fontaine (Syn.) 491.
Acrostichum 330, **334**, 335.
*—— Velenovsky (Syn.) 512.
Actiniopteris 255, 287, **288**, *512.
Actinophlebia Presl (Syn.) 129.
Actinostachys Wall. (Syn.) 362.
Adectum Link (Syn.) 217.
Adenoderris J. Sm. (Syn.) 189.
Adenophorus Gaud. (Syn.) 306.
Adiantellum Presl (Syn.) 282.
*Adiantites 475, **488**.
Adiantopsis 255, **271**.
Adiantum 2, 16, 56, 62, 146, 255, **282**, 285, *286.
Alcicornium Gaud. (Syn.) 336.
*Alcicornopteris 512.
*Alethopterides 496.
*Alethopteris **496**, 792.
Aleuritopteris Fée (Syn.) 274.
—— J. Sm. (Syn.) 274.
Allantodia 222, 227, **229**.
*Alloiopteris 478, 479, 491, **492**.
Allosorus Bernh. (Syn.) 279.
*Aloiopteris Pot. (Syn.) 492.
Alsophila 123, **132**, 133, 135, 137, *138.
*Alsophilina 138, **507**.
Amauropelta Kze. (Syn.) 167.
Amblia Presl (Syn.) 189.
Amesium Newm. (Syn.) 233.

Ampelogramme J. Sm. (Syn.) 259.
Ampelopteris Kze. (Syn.) 167.
Amphiblestra 256, 288, 289.
—— Fourn. (Syn.) 249.
Amphicosmia Gard. (Syn.) 129.
Amphidesmium Schott (Syn.) 132.
Amphoradenium Desv. (Syn.) 306.
*Anachoropteris 504, 510.
Anapausia Presl (Syn.) 198.
Anapeltis J. Sm. (Syn.) 306.
*Anarthrocanna Goepp. (Syn.) 558.
Anaxetum Schott. (Syn.) 306.
Anchistea Presl (Syn.) 253.
Anconiopteris Presl (Syn.) 334.
*Andriana C. Fr. Braun (Syn.) 348.
*Androstachys Gr. Eury (Syn.) 479.
Aneimia 25, 66, 359, 360, 367, 369, 370, *512.
Aneimiabotrys Fée (Syn.) 367.
Aneimidictyon J. Sm. (Syn.) 367.
*Aneimidium Schimp. 488.
Aneimiorrhiza J. Sm. (Syn.) 367.
*Aneimites Dawson (Syn.) 488.
Anetium 297, 301, 302.
*Angiopteridium Schimp. (Syn.) 500.
Angiopteris 425, 433, 434, 436, 437, *439.
—— Hoffm. (Syn.) 166.
—— Mitch. (Syn.) 166.
Anisocampium Presl (Syn.) 167.
Anisogonium Presl (Syn.) 224.
*Ankyropteris 510.
*Anomorrhoea Eichw. (Syn.) 507.
*Annularia 550, 553.
Anogramme 255, 257, 258.
*Anomopteris Brongn. 502,
*—— Eichw. 506.
Anopodium J. Sm. (Syn.) 306.
Anopteris 256, 288, 290.
*Anotopteris 498.
*Anthrophyopsis 512.
Antigramme Presl (Syn.) 230.
Antiosorus Roem. (Syn.) 295.
Antrophium 297, 300.
Apalophlebia Presl (Syn.) 324.
*Aphlebia 503.
*Aphlebiocarpus 447, 448.
Aphyllocalpa Cav. (Syn.) 378.
*Aphyllostachys Goepp. (Syn.) 557.
*Aphyllum Artis (Syn.) 727.
*—— Unger (Syn.) 511.
*Aplophlebis 494.
Apotomia Fée (Syn.) 282.
Aquilina Presl (Syn.) 296.
*Araucarioxylon 795.
*Araucarites 479.
*Archaeocalamites (Brongn.) Stur (Syn.) 558.
*Archaeopterides 480, 488.
*Archaeopteris 477, 489.
Archangiopteris 433, 434, 436, 439.
*Arctopodium Unger (Syn.) 511, 782.
Argyrochosma J. Sm. (Syn.) 272.
Aristaria Müll. (Syn.) 299.
Arsenopteris Webb u. Berth. (Syn.) 167.
Arthrobotrya J. Sm. (Syn.) 195.
Arthrobotrys Wall. (Syn.) 167.
Arthrodanaea Presl (Syn.) 442.
*Arthrodendron 535.
Arthromeris J. Sm. (Syn.) 306.
*Arthropityostachys Ren. (Syn.) 557.
*Arthropitys 535.
Arthropteris 204, 205, 206.
*Aspidiaria 727.
*Aspidiinae 202, 512.
*Aspidiopsis 721, 729, 735, 740, 747.
*Aspidites Goepp. (Syn.) 475, 494.
Aspidium 41, 42, 45, 46, 56, 80, 149, 166, 183, 184, 187.
Aspidotis Nutt. (Syn.) 277.
Asplenidictium J. Sm. (Syn.) 233.
Aspleniopsis 255, 272, 273.
*Aspleniopteris Fontaine 495.
*—— Sternb. (Syn.) 501.
*Asplenites Goepp. (Syn.) 444, 475.
Asplenitis J. Sm. (Syn.) 257.
Asplenium 32, 53, 56, 57, 59, 64, 73, 81, 82, 149, 222, 233, 234, 238, 242, *245.
*Asterocalamites 553, 558.
*Asterocarpus Goepp. (Syn.) 439.
*Asterochlaena 474, 504, 510.
*Asterophyllites 515, 553, 562.
*Asterophyllostachys Schimp. (Syn.) 557.
*Asterophyllum 515.
*Asteropteris 474, 504, 510.
*Asterotheca 439, 495.
*Astromyelon Williamson (Syn.) 556.
Atactosia Bl. (Syn.) 306.
Athyrium 89, 222, 223.
*Aulacopteris Gr. Eury (Syn.) 511.
Austrogramme Fourn. (Syn.) 257.
*Autophyllites 548, 560.
Azolla 383, 384, 385, 388, 391, 392, 394, 396, 397, 400, *402.
*Azollophyllum W. Daws. (Syn.) 402.

*Baiera 512.
Bakeropteris O. Ktze. (Syn.) 288.
*Balantites Goepp. (Syn.) 475.
Balantium 119, 120.
Bathmium Fée (Syn.) 183.
*Bathypteris Eichw. (Syn.) 507.
*Bechera Sternb. (Syn.) 553.
*Beinertia Goepp. (Syn.) 499.
*Belemnopteris 503.
Belvisia Mirb. (Syn.) 362.
*Benettiteae 474.
*Benizia Deb. et Ett. (Syn.) 495.
*Bergeria 726, 735.
Bernhardia Willd. (Syn.) 619.
*Bernoullia 495.
Blechnidium Moore (Syn.) 245.
Blechnopsis Presl (Syn.) 245.
*Blechnoxylon 797.
Blechnum 222, 245, 246, 248, *250.
*Bocksia Goepp. (Syn.) 474, 552.
Bolbitis Schott (Syn.) 198.
Bommeria Fourn. (Syn.) 262.
*Bonaventurea Deb. et Ett. (Syn.) 495.
*Bornia Sternb. (Syn.) 553, 558.
*Bothrodendraceae 739, 753.
*Bothrodendron 739, 746.
Botrychium 452, 457, 462, 463, 465, 469.
—— Sw. (Syn.) 472.
Botryogramma Fée (Syn.) 279.
*Botryopteridaceae Ren. 477, 479.
*Botryopteris 478, 479, 491, 510.
—— Presl (Syn.) 472.
Botryothallus Klotzsch (Syn.) 195.
Botrypus Rich. (Syn.) 469.
*Bowmannites Binney (Syn.) 548.
Bowringia Benth. u. Champ. (Syn.) 251.
—— Hook. (Syn.) 251.
Brachysorus Presl (Syn.) 222.
Brainea 222, 250, 251.
*Brittsia 512.
*Bruckmannia Sternb. (Syn.) 553.

Caenopteris Berg (Syn.) 233.
*Calamariaceae 551.
*Calamariales 551.
*Calamariopsis 797.
*Calamitea Cotta (Syn.) 554.
*Calamites Suckow 548, 555.
*Calamitina W. (Syn.) 556.
*Calamocladus Schimp. (Syn.) 553.
*Calamodendron 554, 555.
*Calamodendrostachys Ren. (Syn.) 557.
*Calamophyllites 552, 556.
*Calamopitys Will. (Syn.) 555.
*—— Unger 787.
*Calamopsis Solms (Syn.) 797.

*Calamopteris Unger (Syn.) 511.
*Calamostachys 548, 557.
*Calamosyrinx Unger (Syn.) 511.
*Callipteridium 485, 497.
*Callipteris 486, 497, 792.
—— Bory (Syn.) 224.
Callogramme Fée (Syn.) 224.
Calymella Presl (Syn.) 352.
*Calymmatotheca Zeiller (Syn.) 512.
Calymmodon Presl (Syn.) 306.
*Calymmotheca 448, 490, 512.
Calypterium Bernh. (Syn.) 166.
Campium Presl (Syn.) 198.
Campteria Presl (Syn.) 290.
Camptodium Fée (Syn.) 167.
*Camptopteris 350.
Camptosorus Link (Syn.) 230.
Campyloneuron Presl (Syn.) 306.
*Cancellata 750.
Candollea Mirb. (Syn.) 324.
*Cannophyllites Brongn. (Syn.) 501.
Cardiochlaena Fée (Syn.) 183.
*Cardiopteris 489, 490.
*Carolopteris 512.
Cassebeera 149, 255, 287, 288.
*Casuarinites Schloth. (Syn.) 553.
Catenularia Zipp. (Syn.) 306.
Catopodium J. Sm. (Syn.) 306.
*Caulopterides 505.
*Caulopteris 139, 495, 505.
*Centradesmide 716.
Ceramium Reinw. (Syn.) 181.
Ceratodactylis J. Sm. (Syn.) 279.
Ceratopteris 15, 25, 42, 340, 342.
Ceropteris Link (Syn.) 259.
Ceterach 222, 243, 244.
Cheilanthes 255, 274, 276, *277.
*Cheilanthites Goepp. (Syn.) 475, 491.
Cheilolepton Fée (Syn.) 198.
Cheiloplecton Fée (Syn.) 269.
Cheilosoria Trev. (Syn.) 274.
Cheilosorus Mett. (Syn.) 233.
Cheiropleuria 330, 336, 337.
Cheiropteris 166, 188.
*Cheirostrobus 560.
*Chelepteris Corda (Syn.) 507.
Chilopteris Presl (Syn.) 306.
*Chiropteris 472.
Chnoophora Kaulf. (Syn.) 132.
*Choffatia Saporta 514.
Chonta Molina (Syn.) 122.
*Chorionopteris 479.
Choristosoria Kuhn (Syn.) 266.
Chrysocosma J. Sm. (Syn.) 272.
*Chrysodiopteris 512.
Chrysodium Fée (Syn.) 334.
Chrysopteris Link (Syn.) 306.
Cibotium 119, 120, 121.
Cincinalis Desv. (Syn.) 266.
*Cingularia 557.
Cionidium Moore (Syn.) 183.
*Cladophlebis Brongn. (Syn.) 495.
*Cladoxyleae 782.
*Cladoxylon 782.
*Clasteria J. D. Dana (Syn.) 505.
*Clathraria 746, 750.
*Clathropteris 349, 513.
*Clepsydropsis 479, 510, 511.
Cnemidaria Presl (Syn.) 129.
Cochlidium Kaulf. (Syn.) 297.
Colposoria Presl (Syn.) 212.
*Colpoxylon Brongn. 788.
Colysis Presl (Syn.) 306.
*Comptoniopteris 491.
Coniogramme 255, 261.
*Coniopteris Brongn. (Syn.) 515.
*Convallarites Brongn. (Syn.) 550.
Coptophyllum Gardn. (Syn.) 367.
*Cordaites 795.
*Cormopteris 504.
*Corynepteris 478, 479, 492.
Cosentinia Tod. (Syn.) 272.
*Cottaea Goepp. (Syn.) 507.
Craspedaria Fée (Syn.) 322.
*Crematopteris Schimp. (Syn.) 502.
*Crepidopteris Sternb. (Syn.) 496.
*Crossotheca 447, 448, 480, 491, 495.
Crypsinus Presl (Syn.) 306.
Crypteris Nutt. (Syn.) 266.
Cryptogramme 255, 279, 280, *512
Cryptosorus Fée (Syn.) 306.
Cteïsium Mich. (Syn.) 363.
*Ctenis 499.
*Ctenopteris 498.
—— Bl. (Syn.) 306.
Culcita Presl (Syn.) 119.
Cuspidaria Fée (Syn.) 303.
Cyathea 32, 47, 123, 124, 128.
Cyatheaceae 91, 113, *138, *473.
*Cyatheites Goepp. (Syn.) 475, 494.
*Cyatheopteris 507.
***Cycadofilices** 474, 504, 512, 716, 731, 780.
*Cycadopteris 498.
*Cycadospadix 793.
*Cycadoxyleen 793.
*Cycadoxylon 793.
*Cyclocladia Lindl. et Hutton 556.
*—— Gold. 738.
Cyclodium 167, 194, 195.
Cyclopeltis 166, 183, 184.
Cyclophorus Desv. (Syn.) 324.
*Cyclopteris 498, 500.
—— Gray (Syn.) 163.
Cyclosorus Link (Syn.) 167.
*Cyclostigma 739.
*Cymoglossa 512.
*Cyphopteris Presl (Syn.) 497.
Cyrtogonium J. Sm. (Syn.) 198.
Cyrtomiphlebium Hook. (Syn.) 189.
Cyrtomium Presl (Syn.) 189.
Cyrtophlebium R. Br. (Syn.) 306.
Cystea Sm. (Syn.) 163.
Cystodium J. Sm. (Syn.) 210.
Cystopteris 59, 74, 149, 159, 163.
*Dactylopteris 512.
*Dactylotheca 446, 495.
Danaea 434, 436, 442, 443, *444.
*Danaeites 444, 495.
*Danaeopsis 444, 502.
Darea Willd. (Syn.) 233.
Dareastrum Fée (Syn.) 233.
*Daubreeia 513.
Davallia 46, 87, 149, 205, 212, 213, *214.
*Dechenia 727.
Dendroglossa Presl (Syn.) 198.
Dennstaedtia 87, 205, 217.
Deparia Hk. u. Gr. (Syn.) 183.
*Desmia Eichw. (Syn.) 507.
*Desmophlebis Brongn. (Syn.) 495.
*Desmopteris 445.
Diacalpe 159, 160.
Diafnia Presl (Syn.) 245.
Diblemma J. Sm. (Syn.) 306.
Dichasium A. Br. (Syn.) 167.
Dichogramme Presl (Syn.) 306.
*Dichopteris 499.
Dichorexia Presl (Syn.) 132.
Dicksonia 119, 120, *121.
*Dicksoniites 355, 473, 480, 495.
Diclidopteris Brack. (Syn.) 297.
Diclisodon Moore (Syn.) 167.
Dicostegia Presl (Syn.) 441.
Dicranoglossum 302, 303, 304.
*Dicranopteris Schenk 500.
—— Bernh. (Syn.) 352.
*Dicrophlebis 494.
*Dicropteris 513.
Dictymia J. Sm. (Syn.) 306.
Dictyocline Moore (Syn.) 183.
Dictyoglossum J. Sm. (Syn.) 331.
Dictyogramme Presl (Syn.) 261.
*Dictyophyllum 349, 513, 514.
*Dictyopteridium O. Feistm. (Syn.) 502.
*Dictyopteris Gutbier (Syn.) 502.
—— Presl (Syn.) 183, 306.
Dictyoxiphium 205, 219, 220.
*Dictyoxylon 445, 556, 731, 744.
Didymochlaena 166, 181, 182.
—— Hk. Bk. (Syn.) 181.
*Didymosorus 513.
Diellia 149, 205, 211, 212.
Digramma Kze. (Syn.) 304.
Digrammaria Hook. (Syn.) 224.
—— Presl (Syn.) 183, 224.

*Dineuron Ren. (Syn.) 511.
*Diplazites Goepp. (Syn.) 445, 475, 495.
Diplazium 222, 224, 227.
*Diplodictyum C. F. Braun (Syn.) 514.
*Diplolabis 440, 511.
*DiplophacelusCorda(Syn.)512.
Diplora 222, 229, 230.
*Diplotegium Corda (Syn.) 727.
*Diplotmema 483.
Dipteris 167, 202, *513, *514.
*Discopteris 446, 493.
Disphenia Presl (Syn.) 123.
Distaxia Presl (Syn.) 245.
*Dolerophyllum 798.
*Doleropteris Gr. Eury (Syn.) 500, 513, 798.
Doodia 36, 37, 222, 253, 254.
Dorcapteris Presl (Syn.) 195.
Doryopteridastrum Fée (Syn.) 269.
Doryopteris 255, 269, 270.
Drymoglossum 302, 303.
Drynaria 302, 328, 329.
Dryomenes Fée (Syn.) 183.
Dryopteris Adans. (Syn.) 167.
—— Amman (Syn.) 167.
—— O. Ktze. (Syn.) 167.
Dryostachyum 302, 327, 328.

Eatomiopteris Bommer (Syn.) 123.
Ectoneura Fée (Syn.) 195.
Elaphoglossum 330, 331, 332, 335.
*Eleuterophyllum Stur (Syn.) 549.
Enterosora 302, 320, 321.
*Eopteris Saporta et Marion 474.
Equisetaceae 520, *548.
*Equisetites 549, 553.
Equisetum 2, 4, 521 ff., 544, *548.
*Eremopteris 485, 491, 491.
Eriochosma J. Sm. (Syn.) 272.
Eriosorus Fée (Syn.) 259.
*Eucalamites 555.
*Euneuropteris 500.
*Eupecopterides 494.
Eupodium J. Sm. (Syn.) 441.
Euryostichum Presl (Syn.) 198.
*Eusigillariae 745, 746, 748.
*Eusphenopteris 491.

Fadyenia 149, 166, 180, 181.
*Favularia 746, 749.
*Fayolia 553.
*Filicites Schloth. (Syn.) 474.
*Flemingites Carruthers (Syn.) 736.

Galeoglossa Presl (Syn.) 324.
*Gangamopteris 503.
*Gigantopteris Schenk (Syn.) 513.
Glaphyropteris Presl (Syn.) 167.
Gleichenia 51, 351, 352, 353, 354, *355.
—— Neck. (Syn.) 167.
Gleicheniaceae 91, 350, *355, 473.
Gleicheniastrum Presl. (Syn.) 352.
*Gleichenites 355, 483.
*Glockeria Goepp. (Syn.) 494.
*Glossopteris 502, 505.
Glyphotaenium J. Sm. (Syn.) 306.
*Gomphostrobus 620.
*Gonatosurus Racib. (Syn.) 495.
Goniophlebium Bl. (Syn.) 306.
Goniopteris Presl (Syn.) 167, *495.
*Goniopterites Brongn. (Syn.) 495.
*Göppertia Presl (Syn.) 497.
*Grammatopteris Ren. 479, 510.
Grammitis Sw. (Syn.) 306.
*Grand' Eurya Stur (Syn.) 439.
*—— Zeill. (Syn.) 478.
Granulina Fée (Syn.) 195.
Guerinia J. Sm. (Syn.) 218.
*Gutbiera Presl (Syn.) 514.
Gymnia Hamilt. (Syn.) 274.
Gymnocarpium Newm. (Syn.) 306.
Gymnodium A. Br. (Syn.) 306.
Gymnogramme 25, 255, 258, 259.
—— Kuhn (Syn.) 257.
Gymnopteris 167, 198, 200, 201.
Gymnosphaera Bl. (Syn.) 132.
Gymnothalamium Zenker (Syn.) 167.
Gymnotheca Presl (Syn.) 441.
*Gyrocalamus 553.
*Gyropteris Corda (Syn.) 512.
Gyrosorium Presl. (Syn.) 324.

*Halonia 735, 737.
*Hapalopteris St. (Syn.) 446.
*Haplocalamus Unger (Syn.) 511.
Haplodictyum Presl (Syn.) 183.
Haplopteris Presl (Syn.) 299.
*Hausmannia 513.
*Hawlea 439.
Hecistopteris 297, 300.
Helminthostachys 457, 462, 465, 472.
Hemestheum Newm. (Syn.) 167.
Hemicardium Fée (Syn.) 183.
Hemidictyon Presl (Syn.) 224.
Hemigonium J. Sm. (Syn.) 189.
Hemionitis 255, 261, 262.
Hemistegia Presl (Syn.) 129.
Hemitelia 51, 57, 123, 129, 130.
*Hemitelites Goepp. (Syn.) 475, 497.
*Heterangium 716, 731, 786.
Heterodanaea Presl (Syn.) 442.
Heterogonium Presl (Syn.) 183.
Heteroneuron Fée (Syn.) 198.
Heterophlebium Fée (Syn.) 290.
Heteropteris 302, 305.
*—— Pot. (Syn.) 492.
Hewardia J. Sm. (Syn.) 282.
Hicriopteris Presl (Syn.) 352.
*Hierogramma Unger (Syn.) 511, 782.
Hippodium Gaud. (Syn.) 181.
*Hippurites Lindl. et Hutt. (Syn.) 553.
Histiopteris 256, 290, 294.
Holcochlaena Bak. (Syn.) 266.
Holcosorus Moore (Syn.) 306.
Homopteris Rupr. (Syn.) 279.
*Hostinella 513.
Humata 149, 205, 208.
*Huttonia 557.
Hyalolepis Kze. (Syn.) 305.
Hydroglossum Willd. (Syn.) 363.
Hymenocystis C. A. Mey. (Syn.) 160.
Hymenodium Fée (Syn.) 331.
Hymenolaena C. A. Mey. (Syn.) 160.
Hymenolepis 302, 304, 305.
Hymenophyllaceae 91, 97, *112, *473.
*Hymenophyllea 513.
*Hymenophyllites 112, 473, 475, 489, 490, 493.
Hymenophyllum 93, 96, 97, 100, 103, 104, 108, 109, 111.
*Hymenopteris 512.
Hymenostomia Gaud. (Syn.) 219.
*Hymenotheca Pot. (Syn.) 112, 479.
Hypochlamys Fée (Syn.) 222.
Hypodematium Kze. (Syn.) 167.
Hypoderris 149, 159, 162.
Hypolepis 146, 255, 277, 278.
Hypopeltis Rich. (Syn.) 189.
Hysterocarpus Langsd. (Syn.) 181.

Jamesonia 255, 260.
*Idiophyllum 513.
Jenkinsia Hook. u. Bauer (Syn.) 198.
Isoëtaceae *752, 756, *779.
Isoëtes 5, *719, *721, *722, 759 ff., 776, *779.
*Isoëtites 779.
*Isoëtopsis 779.
Isoloma J. Sm. (Syn.) 205, 218.
*Jeanpaulia 513.

*Kalopteris Corda 511.
*Kaloxylon Will. (Syn.) 785, 786.
*Kalymma Unger (Syn.) 511, 788.
*Karstenia Goepp. (Syn.) 513, 727.

Kaulfussia 430, 433, 434, 436, 442.
*Kidstonia 478, 491.
*Kirchneria F. Braun (Syn.) 496.
*Klukia 371. 372, 473.
*Knorria 507, 508, 511, 727, 735, 740, 747.
*Knorripteris 504, 507, 511.
*Kohlmannopteris 513.

*Laccopteris 348, 514.
*Lageniopteris Ren. (Syn.) 480.
Lastrea Bory (Syn.) 467.
Lastreatum Presl (Syn.) 467.
Lecanopteris 302, 326.
*Leckenbya Seward 495.
*Leiodermaria 746, 750.
Lemmaphyllum Presl (Syn.) 302.
*Lepacyclotes 548.
Lepichosma J. Sm. (Syn.) 272.
Lepicystis 302, 322.
*Lepidocarpon 737, 753.
*Lepidodendraceae 717.
*Lepidodendron 715, 721 ff., 724.
Lepidoneuron Fée (Syn.) 205.
*Lepidophloios 721 ff., 731, 738.
*Lepidophyllum Brongn. 736.
*Lepidophytineae 716.
*Lepidopteris Schimp. (Syn.) 495.
*Lepidostrobus 736, 740.
Lepisorus J. Sm. (Syn.) 306.
Leptochilus Kaulf. (Syn.) 498.
Leptogramma J. Sm. (Syn.) 467.
Leptolepia 205, 212, 213.
*Leptophloeum Daws. (Syn.) 726.
Leptopleura Presl (Syn.) 205.
Leptopteris 377, 378.
Leptostegia Don (Syn.) 279.
—— Zipp. (Syn.) 306.
*Lescuropteris 497.
*Lesleya 504.
Leucostegia Presl (Syn.) 208.
Lindsaya 205, 219, 220.
Lindsaynium Fée (Syn.) 219.
Lindsayopsis Kuhn (Syn.) 215.
*Linopteris 502.
*Lithosmunda Lhwyd. (Syn.) 499.
Litobrochia Presl (Syn.) 290.
Llavea 87, 255, 279, 280.
Lobochlaena Fée (Syn.) 183.
Lomagramme Brack. (Syn.) 195.
Lomaphlebia J. Sm. (Syn.) 306.
Lomaria Willd. et Hk. Bk. (Syn.) 245.
Lomaridium Presl (Syn.) 245.
Lomariobotrys Fée (Syn.) 251.
Lomariocycas J. Sm. (Syn.) 245.
Lomariopsis Fée (Syn.) 251.
*Lomatophloios Corda (Syn.) 731.
*Lomatopteris Schimp. (Syn.) 498.
Lonchitis 256, 295.
*Lonchopterides 499.
*Lonchopteris 499.
Lophidium Rich. (Syn.) 362.
Lophodium Newm. (Syn.) 467.
Lopholepis J. Sm. (Syn.) 322.
Lophosoria Presl (Syn.) 132.
Lorinseria Presl (Syn.) 253.
Lotzea Kl. u. Karst. (Syn.) 224.
Loxochlaena J. Sm. (Syn.) 245.
Loxogramme Presl (Syn.) 306.
*Loxopteris Pomel (Syn.) 494.
Loxoscaphe Moore (Syn.) 233.
Loxsoma 112, 113.
Luerssenia 166, 180, 181.
Lycopodiaceae 563, *715, *752.
*Lycopodiopsis Ren. (Syn.) 723.
*Lycopodites 715, 716.
Lycopodium 4, 8, 566 ff, 592, *715.
Lycopodium Sanguisorba Spring (Syn.) 592.
*Lyginodendreae Scott (Syn.) 783.
*Lyginodendron Gourlie 731, 747.
*Lyginodendron Will. (Syn.) 783.
*Lyginopterideae 783.
*Lyginopteris 513, 783.
Lygodictyon J. Sm. (Syn.) 363.
Lygodium 83, 359, 360, 363, 364, 365, *366.

Macroplethus Presl (Syn.) 305.
*Macrostachya Schimp. 757.
*Macrotaeniopteris Schimp. 501.
*Marantoidea Fr. Jaeger (Syn.) 501.
Marginaria Presl (Syn.) 306.
Marattia 425, 430, 433, 434, 436, 441, *442.
—— Presl (Syn.) 441.
Marattiaceae 422, *473, *513.
Marattiales 422, *444, *477.
*Marattiopsis Schimp. (Syn.) 500.
*—— Sternb. (Syn.) 501.
*Mariopteris 476, 477, 481, 491, 493, 494.
Marsilia 405, 407, 408, 410, 412, 414, 416, 417, *421.
Marsiliaceae 383, 403, *421, *513.
*Marsilidium Schenk (Syn.) 518.
Marsupianthes Fée (Syn.) 272.
*Marzaria 514.
Matonia 313 ff., 347, *347, *473, *513, *514.
Matoniaceae 91, 343, *347, *514.
*Matonidium 514.
Mecosorus Kl. (Syn.) 306.
*Medullosa 788.
*Medulloseae 788.
Megalastrum J. Sm. (Syn.) 467.
*Megalopteris Dawson 501.
*—— Schenk (Syn.) 513.
*Megalorhachis Unger (Syn.) 511.
*Megaloxylon 786.
*Megaphyta 507.
*Megaphyton 507.
Meniscium 57.
*Menopteris 510, 511.
*Merianopteris Heer (Syn.) 495.
Mertensia Willd. (Syn.) 352.
*Mertensides Fontaine (Syn.) 495.
Mesochlaena 166, 181, 182.
*Mesoneuraster 514.
*Mesoneuron 474, 504, 510, 511.
Mesopleuria Moore (Syn.) 282.
Mesosorus Hassk. (Syn.) 352.
Mesothema Presl (Syn.) 245.
*Miadesmia 746.
Microbrochis Presl (Syn.) 183.
*Microdictyon 349.
Microgonium Fée (Syn.) 306.
Microgramme Presl (Syn.) 306.
Microlepia 205, 215, 216.
Micropodium Mett. (Syn.) 230. 233.
Micropteris Desv. (Syn.) 322.
—— J. Sm. (Syn.) 322.
Microsorium Fée (Syn.) 183.
—— Link (Syn.) 306.
Microstaphyla 255, 265.
Microstegia Presl (Syn.) 224.
Microstegnus Presl (Syn.) 129.
Microterus Presl (Syn.) 306.
*Mixoneura 498.
Mohria 359, 360, 367.
Monachosorum 205, 217, 218.
*Monheimia 514.
Monochlaena Gaud. (Syn.) 181.
Monogramme 68, 297, 298.
*Myelopitys Corda (Syn.) 788.
*Myelopteris Ren. (Syn.) 790.
*Myeloxylon Brongn. (Syn.) 790.
*Myriophyllites Sternb. (Syn.) 553.
*Myriophylloides Hick und Cash (Syn.) 556.
Myriopteris Fée (Syn.) 274.
Myriotheca Bory (Syn.) 441.
*Myriotheca Zeiller (Syn.) 448.

*Nathorstia Heer 514.
Nebroglossa Presl (Syn.) 195.
Nematopera Kze. (Syn.) 159.
Neottopteris J. Sm. (Syn.) 233.
Nephrodium 84, 86, 149, 166, 167, 169, 176.
Nephrolepis 204, 205, 207.
*Nephropteris Brongn. (Syn.) 500.
*Neriopteris Newberry (Syn.) 501.
*Neuralethopteris 500.

*Neurocallipteris Sterzel (Syn.) 500.
Neurocallis Fée (Syn.) 334.
Neurodium Fée (Syn.) 305.
*Neurodontopteris 500,
Neurogramme 255, 262, 263.
Neuroplatyceros Pluk. (Syn.) 336.
*Neuropterides 499.
*Neuropteridium 502, 780.
*Neuropteris 499, 500, 792.
—— Desv. (Syn.) 215.
Neurosoria Kuhn (Syn.) 198.
Newronia Don (Syn.) 203.
*Nilssonia 501.
Niphidium J. Sm. (Syn.) 324.
Nipholobus 307, 324.
Niphopsis J. Sm. (Syn.) 324.
*Noeggerathia 472, 780, 795.
Nothochlaena 255, 272, 273.
Notolepeum Newm. (Syn.) 244.

Ochlogramma Presl (Syn.) 224.
Ochropteris 256, 289, 290.
Odontoloma J. Sm. (Syn.) 219.
*Odontopterides 498.
*Odontopteris 498, 500, 514, 792.
—— Bernh. (Syn.) 363.
Odontosoria 205, 215, 216.
—— Presl (Syn.) 212.
Oeosporangium Vis. (Syn.) 274.
Oetosis O. Ktze. (Syn.) 302.
—— Neck. (Syn). 302.
Oleandra 203, 204.
*Oleandridium 501.
Olfersia Raddi (Syn.) 195.
*Olfersites Gümbel (Syn.) 494.
*Oligocarpia 355, 356, 445, 473, 495.
*Omphalophloios 779.
*Oncopteris 507.
*Oncylogonatum Koenig (Syn.) 548.
Onoclea 44, 57, 159, 165, 166, *166.
—— Bernh. (Syn.) 164.
*Onocleites 496.
Onopteris Neck. (Syn.) 233.
*Onychiopsis 512.
*Onychium 512.
—— Kaulf. (Syn.) 279, 326.
—— Reinw. (Syn.) 326.
Oochlamys Fée (Syn.) 167.
Ophioglossaceae 449, *472, *473.
*Ophioglossites 472.
Ophioglossum 452, 457, 462. 464, 465, 468, *472.
Ophioglossum Lam. (Syn.) 469.
—— Rumpf (Syn.) 472.
Ophiopteris Reinw. (Syn.) 203.
Ormopteris J. Sm. (Syn.) 288.
Ornithopteris Agardh (Syn.) 296, 297.
—— Bernh. (Syn.) 367.
*Orthogoniopteris 501.
Orthogramma Presl (Syn.) 245.
Osmunda 15, 27, 53, 71, 374 ff., 378, *380.
Osmunda L. (Syn.) 469, 472.
Osmundaceae 91, 372, *380, *473.
Osmundastrum (Syn.) 378.
*Osmundites 380, 504, 511.
*Osmundophyllum Velen. (Syn.) 500.
Othonoloma Link (Syn.) 274.
*Otopteris 514.
*Ovopteris 476, 487, 491, 492.
Oxigonium Presl (Syn.) 224.

Pachyderis J. Sm. (Syn.) 167.
*Pachyphloeus Goepp. (Syn.) 724.
Pachypleuria Presl (Syn.) 208.
*Pachypteris 493.
Paesia 256, 296, 297.
*Palaeopteris Schimper (Syn.) 489.
*Palaeostachya 557.
*Palaeothyrsopteris Stur (Syn.) 515.
*Palaeovittaria 501.
*Palmacites Corda (Syn.) 790.
*Palmatopteris 475, 481, 484, 487, 490, 491.
Paltonium Presl (Syn.) 305.
Panicularia Colla (Syn.) 122.
*p-Aphlebia 503.
Parablechnum Presl (Syn.) 245.
*Paracalamostachys Weiss (Syn.) 557.
*Paragonorrhachis 482.
Paragramma Moore (Syn.) 306
Paralomaria Fée (Syn.) 245.
*Parapecopteris 495.
Parenchymaria Müll. (Syn.) 299.
Parestia Presl (Syn.) 212.
*Parka 513.
Parkeria Hook. u. Grev. (Syn.) 342.
Parkeriaceae 91, 339.
*Partschia Presl. (Syn.) 480.
Patania Presl (Syn.) 217.
*p-Botryopteris 479.
*p-Callipteris 497.
*p-Ctenopteris 498.
*p-Cyclopteris 500.
*Pecopterides 481, 494.
*Pecopteris 475, 480, 481, 494, 506, 509.
Pellaea 255, 266, 268.
Pellaeopsis J. Sm. (Syn.) 266.
Peltapteris Link (Syn.) 331.
Peltochlaena Fée (Syn.) 189.
Peranema 149, 159, 160.
*Periastron Unger (Syn.) 511.
*Pericaulom 746.
Perrinia Hook. (Syn.) 160.
Phanerophlebia Presl (Syn.) 189.
Phegopteris 74.
—— Fée (Syn.) 167.
*Phialopteris Presl (Syn.) 514.
Phlebiogonium Fée (Syn.) 183.
Phlebodium R. Br. (Syn.) 306.
*Phlebomeris Saporta (Syn.) 491.
*Phlebopteris 514.
Phorobolus Desv. (Syn.) 279.
Photinopteris 302, 327, 328.
Phyllitidis J. Sm. (Syn.) 306.
Phyllitis Mönch. (Syn.) 233.
—— Newm. (Syn.) 230.
—— Siegesb. (Syn.) 230.
Phylloglossum 576, 582, 592.
*Phyllopteris Brongn. (Syn.) 514.
*Phyllotheca 549.
Phymatodes Presl. (Syn.) 306.
Phymatopsis J. Sm. (Syn.) 306.
Physapteris Presl (Syn.) 274.
Physematium Kaulf. (Syn.) 160.
Pilularia 408, 411, 413, 415, 417, 420, *421 *513.
Pinonia Gaud. (Syn.) 121.
Plagiogyria 255, 281.
*Plagiozamites 797.
*Platyceriphyllum 514.
Platycerium 64, 330, 336, 337, 338.
*—— Velen. (Syn.) 514.
Platyloma J. Sm. (Syn.) 266.
Platytaenia 302, 305.
Platyzoma R. Br. (Syn.) 352.
Plecosorus 166, 194.
Plectochlaena Fée (Syn.) 167.
Plenasium Presl (Syn.) 378.
Pleocnemia Presl (Syn.) 167, 183.
Pleopeltis H. u. B. (Syn.) 306.
Pleuridium Presl (Syn.) 306.
Pleurogonium Presl (Syn.) 306.
Pleurogramme Presl (Syn.) 297.
*Pleuromega Geinitz (Syn.) 755.
*Pleuromeia Stiehler (Syn.) 753, 755.
*Pleuromeja Geinitz (Syn.) 755.
*Pleuromoia 755.
***Pleuromoiaceae** 754.
Pleurosorus 222, 244, 245.
*Plinthiotheca 480.
*Plumalina Hall (Syn.) 621.
*p-Neuropteris 499.
Podeilema R. Br. (Syn.) 159.
*p-Odontopteris 498, 500, 514, 792.
Podopeltis Fée (Syn.) 183.
Poecilopteris Presl (Syn.) 198.
*Polleriana 746, 748.
Polybotrya 167, 195, 196, 197, 199.
Polycampium Presl (Syn.) 324.
Polydictyum Presl (Syn.) 183.
Polygramma Presl (Syn.) 245.
Polypodiaceae 91, 139, *473.
*Polypodites Goepp. (Syn.) 475.
Polypodium 6, 15, 18, 27, 43, 46, 50, 56, 57, 67, 69, 302,

306, 307, 313, 317, 319, 320, *321.
*Polystichites Presl (Syn.) 515.
Polystichum 89, 166, 189, 190, 192.
Polytaenium Desv. (Syn.) 300.
*Polytheca 447, 448, 491.
Poronema J. Sm. (Syn.) 328.
*Poroxylon 797.
*Pothocites 560.
*Potoniea 479.
Preslia Opiz (Syn.) 160.
Proferea Presl (Syn.) 183.
Pronephrium Presl (Syn.) 167.
Prosaptia Presl (Syn.) 212.
*Protoblechnum 496.
*Protocalamariaceae 538.
*Protopityeae 794.
*Protopitys 794.
*Protopteridium Kreji (Syn.) 513.
*Protopteris 121, 138, 504, 506.
*Protorhipis K. J. Andrä (Syn.) 513.
*Protosalvinia 514.
*Protostigma 780.
*Psammopteris 514.
*Psaroniocaulon 505.
*Psaronius 139, 444, 504, 508.
*p-Schizoneura 550.
Pseudathyrium Newm. (Syn.) 306.
*Pseudobornia 559.
*Pseudodanaeopsis Fontaine (Syn.) 499.
*Pseudopecopteris Lesq. (Syn.) 494.
*Pseudosagenopteris 503.
Psidopodium Neck (Syn.) 306.
Psilodochea Presl (Syn.) 437.
Psilogramme Kuhn (Syn.) 259, 260.
*Psilophyton 620.
Psilotaceae 606, *620.
*Psilotites (Syn.) 621.
*Psilotopsis Heer (Syn.) 621.
Psilotum *488, 609, 610, 613, 615, 618, 619.
Psomiocarpa Presl (Syn.) 195.
*p-Taeniopteris 445, 476, 500, 792.
Pteridella Kuhn (Syn.) 266.
Pteridium 25, 27, 41, 43, 48, 52, 56, 67, 69, 70, 76, 87, 149, 256, 296, *297.
*Pteridoleimma 496.
Pteriglyphis Fée (Syn.) 224.
Pterinodes Siegesb. O. Ktze. (Syn.) 164.
Pteris 34, 35, 65, 146, 256, 290, 291.
*Pterodictyon Unger (Syn.) 511.
Pteroneuron Fée (Syn.) 208.
*Pterophyllum 792.
Pteropsis Desv. (Syn.) 299.
Pterozonium 255, 256.
*Ptilophyton Dawson (Syn.) 514, 621.
Ptilopteris Hauce (Syn.) 189.
*Ptilorhachis Corda (Syn.) 512.
*Ptychocarpus 442, 495.
*Ptychopteris Corda (Syn.) 506.
*Ptychoxylon 794.
Pycnodoria Presl (Syn.) 290.
Pycnopteris Moore (Syn.) 167.
Pyrrosia Mirb. (Syn.) 324.

Ragiopteris Presl (Syn.) 166.
Ramondia Juss. (Syn.) 363.
—— Mirb. (Syn.) 363.
*Raphaelia 514.
*Renaultia Stur (Syn.) 448, 491, 493.
*—— Zeiller 446.
*Reussia Presl (Syn.) 502.
*Rhachiopteris 475, 511.
*Rhacophyllum Schimp. (Syn.) 503.
*Rhacopteris 472, 489, 490.
Rhipidopteris 330, 331, *512.
*Rhizocalamopitys 788.
*Rhizodendron 138, 504, 509.
*Rhizomopterides 504.
*Rhizomopteris 348, 504.
*Rhizopterodendron 509.
*Rhodea 481, 482, 483, 490, 491.
*Rhodia Bell. (Syn.) 490.
*Rhytidolepis 724, 726, 746, 748.
Riedlea Mirb. (Syn.) 166.
Ripidium Bernh. (Syn.) 362.
*Rohdea Roth (Syn.) 490.
*Ronzocarpon 421.
*Rotularia Sternb. (Syn.) 519.
*Ruffordia Seward (Syn.) 512.
Rumohra Raddi (Syn.) 189.
Runcinaria Müll. (Syn.) 299.

Saccoloma 47, 205, 210.
*Saccopteris Stur (Syn.) 445, 478.
Sadleria 222, 250.
*Sagenaria Brongn. (Syn.) 724.
Sagenia Presl (Syn.) 183.
*Sagenopteris 421, 503, 514.
Salpichlaena J. Sm. (Syn.) 245.
Salvinia 384, 389, 390, 391, 393, 395, 398, 399, 400, 401, *402, *516 ff.
Salviniaceae 383, *402, *514.
*Sarcopteris 448.
Schaffneria Fée (Syn.) 230.
Schellopsis J. Sm. (Syn.) 306.
Schizaea 359, 360, 362.
Schizaeaceae 91, 356, *371, *473.
*Schizeites Gümbel (Syn.) 494.
Schizocaena J. Sm. (Syn.) 123.
Schizolepton Fée (Syn.) 218.
Schizoloma 205, 218, 219.
*Schizoneura 549, 550.
*Schizopteris 514.
—— Hill. (Syn.) 290.
*Schizostachys Gr. Eury (Syn.) 479.
*Schizoxylon Ung. (Syn.) 783.
*Schlotheimia Sternb. (Syn.) 553.
*Sciadipteris Sternberg (Syn.) 494.
*Sclerophyllina 514.
*Scleropteris Saporta (Syn.) 494.
*Scolecopteris 439, 440, 495.
Scoliosorus Moore (Syn.) 300.
*Scolopendrites Goepp. (Syn.) 502.
Scolopendrium 56, 86, 149, *230, 222, 230, 231, 232.
Scyphofilix Thou. (Syn.) 215.
Scypholepia J. Sm. (Syn.) 215.
Scyphularia Fée (Syn.) 212.
Scytopteris Presl (Syn.) 324.
Selaginella 625 ff., 669, *716, *721.
Selaginellaceae 621, *715, 752.
Selenidium Kze. (Syn.) 215.
*Selenocarpus 349.
*Selenochlaena 504, 510, 511.
*Selenopteris Corda (Syn.) 512.
Selliguea Bory (Syn.) 306.
*Semapteris 751.
*Senftenbergia 371, 445, 473, 478, 495.
*Sigillaria 748.
*Sigillariaceae 740.
*Sigillariostrobus 751.
*Sigillodendron 780.
Sitobolium Desv. (Syn.) 217.
—— J. Sm. (Syn.) 217.
Solenopteris Wall. (Syn.) 300.
—— Zenker (Syn.) 222.
*Sorocladus Lesq. (Syn.) 512.
Soromanes Fée (Syn.) 195.
*Sorotheca Stur (Syn.) 448.
*Sparganum 511, 787.
*Spencerites 736.
Sphaeropteris Bernh. (Syn.) 159.
—— Hk. Bk. (Syn.) 159.
—— Wall. (Syn.) 159.
Sphaerostephanos J. Sm. (Syn.) 181.
Sphaerostichum Presl (Syn.) 324.
*Sphallopteris Eichw. (Syn.) 507.
*Sphalmopteris Corda (Syn.) 507.
*Sphenocallipteris 493.
*Sphenoglossum 421.
*Sphenophyllaceae 515.
*Sphenophyllales 515.
*Sphenophyllites Brongn. (Syn.) 519.
*Sphenophyllostachys 518.
*Sphenophyllum 519, 538.
*Sphenopterides 481, 490.
*Sphenopteridium 489.
*Sphenopteris 476, 481, 488, 491.
*Sphyropteris 416, 490, 491.

Spicant Hall. (Syn.) 245.
Spicanta O. Ktze. (Syn.) 245.
—— Presl (Syn.) 245.
*Spiropteris 514.
*Sporangites 514.
*Sporocarpon 402.
*Sporochnus 514.
*Stachannularia Weiss. (Syn.) 557.
*Stachypteris 494.
*Stangerites 514.
*Staphylopteris 514.
*Stauroxylon Solms (Syn.) 511.
*Steffensia 495.
Stegania R. Br. (Syn.) 245.
Stegnogramme Bl. (Syn.) 167.
*Steloxylon 792.
*Stemmatopteris Corda (Syn.) 505.
Stenochlaena 222, 251, 252.
—— J. Sm. (Syn.) 245.
Stenolobus Presl (Syn.) 212.
Stenoloma Fée (Syn.) 215.
*Stenopteris 493.
Stenosemia 167, 198, 199.
*Stenzelia Goepp. (Syn.) 790.
*Stephanida Unger (Syn.) 511.
Stibasia Presl. (Syn.) 441.
Sticherus Presl (Syn.) 352.
*Stichopteris W. (Syn.) 442.
*Stigmaria 717 ff., 741.
*Stigmariopsis 740, 742, 753.
*Stigmatocanna Goepp. (Syn.) 558.
*Stipitopteris Gr. Eury (Syn.) 511.
*Strephopteris 514.
Stromatopteris 352.
Struthiopteris 149, 159, 164, 165.
—— Scop. (Syn.) 245.
*Sturiella 448.
*Stylocalamites 555.
*Subsigillariae 744, 746, 750.
Symplecium Kze. (Syn.) 306.
Synammia Presl. (Syn.) 306.
Synaphlebium J. Sm. (Syn.) 219.
*Syncardia Unger (Syn.) 511.
Synechia Fée (Syn.) 282.
Syneuron J. Sm. (Syn.) 167.
Syngramme 255, 256, 257.
Synochlamys Fée (Syn.) 266.
Synphlebium Fée (Syn.) 219.
*Syringodendron 747.

*Taeniophyllum Pomel (Syn.) 301.
Taeniopsis J. Sm. (Syn.) 299.
*Taeniopteris 445, 476, 500, 792.
—— Hook. (Syn.) 299.
Taenitis 302, 304.
Tapeinidium Presl (Syn.) 215.
Tarachia Presl (Syn.) 233.
*Tasmanites Newton (Syn.) 514.
Tectaria Cav. (Syn.) 189.
Tegularia Reinw. (Syn.) 181.
*Tempskya Corda (Syn.) 512.
Teratophyllum Mett. (Syn.) 195, 231.
*Thamnopteris Brongn. (Syn.) 507.
*Thaumopteris Goepp. (Syn.) 349.
—— Presl (Syn.) 233.
Thelypteris Schott. (Syn.) 167.
*Thinnfeldia 496, 512.
Thylacopteris Kze. (Syn.) 306.
Thyrsopteris 122, *123.
Tmesipteris 608, 610, 618, *621.
Todea 377, *378.
*Todeopsis 380, 473.
*Traquairia 402.
Triblemma J. Sm. (Syn.) 224.
Trichiogramme Kuhn (Syn.) 257.
Trichocalymma Zenk. (Syn.) 306.
Trichocarpa J. Sm. (Syn.) 183.
Trichomanes 16, 53, 90, 93, 94, 95, 100, 102, 103, 104, 106.
*Trichomanites Goepp. (Syn.) 475.
Trichopteris Presl (Syn.) 132.
Trichothemalium Kze. (Syn.) 306.
Triphlebia 222, 229, 230.
*Triphyllopteris 488.
Trismeria 255, 264, 265.
*Trizygia 516.
*Trochophyllum Lesq. (Syn.) 621.
Trochopteris Gardn. (Syn.) 367.
*Tubicaulis 507, 509, 746.
*Tubiculites 515.
*Tympanophora Lindl. et Hutt. (Syn.) 515.
*Tyrsopteris 515.

Ugena Cao. (Syn.) 363.
*Ulodendron 735, 738, 740.
*Unatheca 479.
*Urnathopteris 447, 448.

Vaginularia Fée (Syn.) 297.
Vallifilix Pet. Thou. (Syn.) 363.
*Vertebraria 503, 505.
Vittaria 20, 68, 85, 297, 298, 299.
*Völkelia 783.
*Volkmannia 556.

*Walchia 715.
*Weichselia 499.
*Weissites Goepp. (Syn.) 498.
Wibelia 205, 216.
Woodsia 159, 160, 162.
Woodwardia 57, 222, 253, *253, 254.
*Woodwardites Goepp. (Syn.) 499.

*Xenopteris 498.
Xiphopteris Kaulf. (Syn.) 306.

*Zamiopsis 495.
*Zamiopteris 501.
*Zeilleria Kidston (Syn.) 448.
*Zippea 507.
*Zonopteris 515.
*Zygopteris 478, 479, 504, 509, 510, 511, 512.

Verzeichnis der Nutzpflanzen und Vulgärnamen.

Addo 417.
Adlerfarn 296.
Akole 175.

Black-Fern 129.
Bärlappsamen 589.
Brachsenkraut 776.

Dang paschin 136.

Farnwedel 48.

Hapu Ji 121.
Heii 121.
Hexenmehl 589.

Kannenkraut 543.

Mamaku 129.

Nardu-Pflanze 416.

Pulai nock 136.

Silver-Treefern 129.
Sajon-Manis 465.
*Schuppenbäume 724.
*Siegelbäume 745.
*Staarsteine 508.

*tap roots 743.

Wedel 48.

Zinnkraut 513.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

ET | RY |

Author Engler, A. und

Title Die natürli

Teil I

DATE.	
Oct. 1/25.	Dr. Faul
Oct 24. 28	Prof Thom
27/4/32	[illegible]
5.9.33.	Prof. Thom
[illegible]	[illegible]

Botany